د. حمد بن محمد آل الشيخ

اقتصاديات الموارد الطبيعية والبيئة

Natural Resources and Environmental Economics

مكتبة طريق العلم

العبيكان
Obeikan

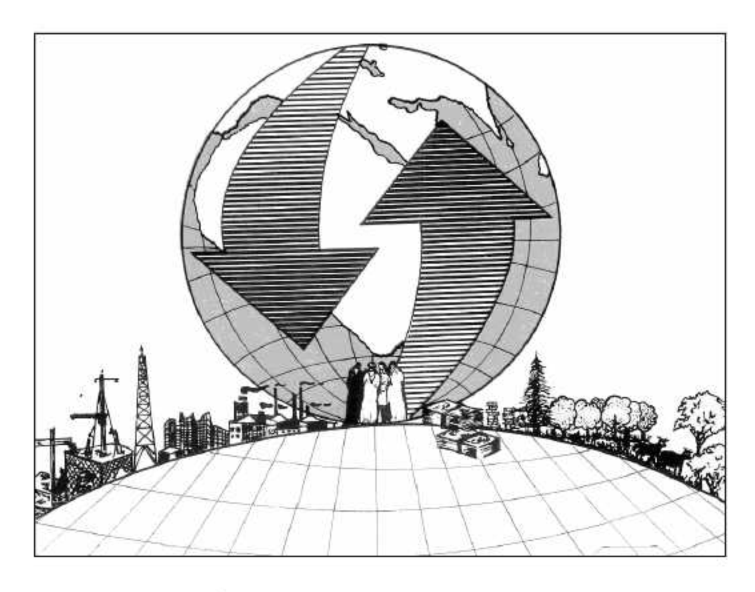
د. حمد بن محمد آل الشيخ
اقتصاديات الموارد الطبيعية والبيئة
Natural Resources and Environmental Economics



اقتصاديات

الموارد الطبيعية والبيئة

NATURAL RESOURCES AND ENVIRONMENTAL ECONOMICS



الدكتور حمد بن محمد آل الشيخ

أستاذ الاقتصاد المشارك

ورئيس قسم الاقتصاد – جامعة الملك سعود



ⓒ مكتبة العبيكان، 1428هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

آل الشيخ، حمد بن محمد

اقتصاديات الموارد الطبيعية والبيئة، / حمد بن محمد آل الشيخ. — الرياض، 1428هـ

430ص، 16.5×24سم

ردمك: 1-345-54-9960-978

1— الموارد الطبيعية 2 — الموارد الاقتصادية أ. العنوان

ديوي: 330.9 1428/4644

رقم الإيداع: 1428/4644

ردمك: 1-345-54-9960-978

الطبعة الأولى

1428هـ/2007م

الناشر: العبيكان للنشر

الرياض – شارع العليا العام – جنوب برج المملكة

هاتف: 2937574/2937581 فاكس: 2937588

ص.ب: 67622 الرمز 11517

التوزيع: مكتبة العبيكان

الرياض – العليا – تقاطع طريق الملك فهد مع العروبة

هاتف: 4160018/4654424 فاكس: 4650129

ص.ب: 62807 الرمز 11595



﴿ وَإِن تَعُدُّوا نِعْمَةَ اللَّهِ لَا تُحْصُوهَا إِنَّ اللَّهَ لَغَفُورٌ رَّحِيمٌ ﴾ صدق الله العظيم

[النحل: 18]

المقدمة

يهدف هذا الكتاب إلى تقديم المفهوم الاقتصادي العام للموارد الطبيعية والبيئة والنظريات الاقتصادية المتعلقة بهما لطلاب الدراسات الاقتصادية والبيئية، مع التركيز على التحليل الاقتصادي لاستغلال الموارد الطبيعية المتجددة والناضبة، والموارد البيئية وبين نظريات وآليات إدارتها، وهو بذلك يوضح المفاهيم الاقتصادية المتعلقة بالموارد الطبيعية ومشكلات إدارة البيئة ويبينها مستخدماً أساليب التحليل الاقتصادي والعرض الوصفي والبياني والرياضي ما أمكن. كما يقدم الكتاب المصطلحات العلمية في أدبيات اقتصاديات الموارد والبيئة والنظريات الأساسية المستخدمة في تحليل الموارد والبيئة اقتصادياً، بالإضافة إلى طرق نمذجة الموارد والبيئة والمشكلات المحيطة بهما، كفشل الأسواق والسياسات الحكومية وكيفية تحليل سياسات الموارد والبيئة. ويغطي الكتاب الموضوعات الرئيسة في اقتصاديات الموارد الطبيعية والبيئية، ولكن لا يمكن الادعاء بأن كل ما هو مهم قد تمت تغطيته في هذا الكتاب.

ويحاول هذا الكتاب أن يقدم للراغبين في دراسة اقتصاديات الموارد الطبيعية والبيئة حدود المعرفة الحالية في هذا الموضوع ما أمكن. ويفترض هذا الكتاب معرفة القارئ بالتحليل الاقتصادي الجزئي على الأقل، وإلمامه بالتفاضل والتكامل وأسس التعظيم الرياضي. ومع ذلك، فقد تم تقديم ملخص لمبادئ التفاضل والتكامل والتعظيم الرياضي في الملحق الخاص بها في الفصل السابع من هذا الكتاب.

يحتوي هذا الكتاب على سبعة فصول: يقدم الفصل الأول نبذة عن العلاقة بين الاقتصاد والموارد الطبيعية والبيئة؛ كما يقدم التقسيمات المختلفة لأنواع الموارد وطبيعة استخدام الإنسان لها. كما يوضح الفصل أهمية استخدام معدل التخفيض الاجتماعي (الخصم الاجتماعي) Social Discount Rate في قرارات استغلال الموارد لتعظيم العائد الاجتماعي الحركي (Dynamic) للموارد بالنسبة لأي مجتمع، كما

يوضح الفصل تداعيات استخدام معدل التخفيض الاجتماعي (الخصم) مع وجود مدى زمني طويل أو متوسط على رفاهية الأجيال القادمة.

ويوضح الفصل الثاني طبيعة التكامل بين النظام البيئي والاقتصادي وأهم ظواهر الانحراف أو التدهور في النظام البيئي وآثارها الاقتصادية؛ كما يتناول مفهوم التنمية المستدامة وأهمية أخذها في الاعتبار في خطط التنمية الاقتصادية.

ويوضح الفصل الثالث الإطار الاقتصادي لتحليل الموارد القابلة للنضوب، ويقدم بعض التعريفات ذات العلاقة بمكونات التحليل الاقتصادي لمثل هذه الموارد كالمخزون ومعدل الاستخراج أو الاستخدام وتكلفة الاستخدام. كما يقدم الفصل منهجية نمذجة استغلال المورد القابل للنضوب رياضياً أو ما أطلق عليه أنموذج هوتلنج، ومن ثم طريقة حلها وحساب الحل الأمثل في حالة مدتين زمنيتين أو أكثر. كما يقوم الفصل بشرح فروض أنموذج هوتلنج ومعناها اقتصادياً وكذلك معنى الشرطين الضروري والكافي لهذا الأنموذج اقتصادياً. كما يتم شرح بعض التطويرات أو الإضافات لأنموذج هوتلنج حسبما وردت في أدبيات اقتصاديات الموارد.

أما الفصل الرابع فيعرض الإطار الاقتصادي لتحليل الموارد المتجددة، ويقدم تعريفات للعناصر ذات العلاقة بمكونات التحليل الاقتصادي للموارد المتجددة بشكل عام، ويحاول الإجابة عن الأسئلة الاقتصادية الخاصة باستغلال الموارد المتجددة. كما يشرح الفصل منهجيات نمذجة استغلال الموارد المتجددة رياضياً وطرق حلها وحسابها كمياً خلال مدتين زمنيتين أو أكثر، كما يستعرض الفصل التحليل الاقتصادي المفصل للموارد المتجددة كالغابات والمراعي والأسماك والمياه الجوفية المتجددة.

ويهدف الفصل الخامس إلى توضيح الأسس والمفاهيم التي يعتمد عليها التحليل الاقتصادي للموارد البيئية، ويقدم تعريفات لهذه المفاهيم وشرحاً لهذه الأسس التي يعتمد عليها التحليل الاقتصادي للموارد البيئية. وتعتمد هذه المفاهيم في أساسها على تحليل الرفاهية الاقتصادي Welfare Economic Analysis الذي يعتمد بدوره على تحليلات الكفاءة وفائض المجتمع. ويناقش الفصل الأسس الفنية للتحليل الاقتصادي لمشكلات الموارد البيئية.

أما الفصل السادس فيقدم الموارد البشرية أو اقتصاديات السكان وعلاقتها بالتنمية المستدامة، مع استعراض لأهم الأسس للموارد البشرية وعلاقتها بالتنمية المستدامة.

وأخيراً يقدم الفصل السابع الملحق الرياضي الذي يتم فيه مراجعة أهم المفاهيم الرياضية اللازمة لفهم الموضوعات المطروحة في هذا الكتاب. هذه المفاهيم الرياضية ليست بالجديدة على غالبية طلاب السنة الثانية في المرحلة الجامعية؛ فمعظمها تم تناوله في المراحل الثانوية أو السنة الأولى من الجامعة؛ ولكن التذكير بها ومراجعتها في إطار ما يستعرضه الكتاب من مفاهيم اقتصادية للموارد الطبيعية والبيئية سيكون له قيمته الإيجابية.

كما يسرني هنا أن أتقدم بالشكر لأساتذتي وزملائي في قسم الاقتصاد بجامعتي الملك سعود وستانفورد لما تعلمته منهم، كما أشكر على وجه الخصوص أ.د محمد حامد عبد الله، أ.د رشود الخريف، أ.د ممدوح الكسواني، د. مسفر الدوسري، الذين قاموا بقراءة نسخ سابقة لهذا الكتاب وأبدوا مقترحات مفيدة لتحسينه، كما آمل أن يتكرم كل قارئ له ملاحظات أو اقتراحات على الكتاب لتحسينه بإرسالها إلى العنوان البريدي التالي: ص.ب 89749 الرياض 11692 أو إلى العنوان الإلكتروني التالي alsheikh@ksu.edu.sa أو hmhhs@yahoo.com كما يمكن لكل أستاذ أو طالب الاطلاع على نماذج أكسل لحل تمارين الكتاب التطبيقية وعلى نماذج الامتحانات وحلولها على الصفحة الخاصة بي في موقع جامعة الملك سعود أو مراسلتي على البريد الإلكتروني السابق لطلبها.

ختاماً، آمل أن يسهم هذا الكتاب في ملء فراغ في المكتبة الاقتصادية العربية.

والله الموفق إلى ما فيه الخير.

المؤلف

2007

المحتويات

الفصل الأول
الاقتصاد والموارد الطبيعية والبيئة

❶ مقدمة 15
❶ دور الاقتصاد في إدارة الموارد والبيئة 15
❶ أهمية دراسة اقتصاديات الموارد 16
❶ العلاقة بين الاقتصاد والموارد 18
❶ دورة وميزان المادة في الاقتصاد 24
❶ استخدامات الموارد الطبيعية 26
❶ تقسيمات وأنواع الموارد 26
❶ معدل الخصم الاجتماعي 30
❶ المدى الزمني 33
❶ نظرية الكفاءة الحركية للموارد 34
❶ تمارين الفصل الأول 39
❶ مراجع الفصل الأول 41

الفصل الثاني
النظام البيئي والتنمية المستدامة

❷ مقدمة 45
❷ النظام البيئي 45
❷ التنمية المستدامة 50

❷ ظاهرة الاحتباس الحراري......56
❷ تمارين الفصل الثاني......61
❷ مراجع الفصل الثاني......62

الفصل الثالث

الموارد القابلة للنضوب

❸ مقدمة......67
❸ موارد الطاقة......67
❸ المخزون ومعدل الاستخراج والمخزون المتبقي......94
❸ الهدف الاجتماعي من استغلال الموارد......97
❸ أنموذج هوتلينج لمدتين......105
❸ حالة التكاليف المتزايدة والمدى الزمني......123
❸ حالة وجود بديل تقني للمورد الناضب......138
❸ استخراج المورد لثلاث فترات وأكثر......143
❸ تمارين الفصل الثالث......150
❸ مراجع الفصل الثالث......157

الفصل الرابع

الموارد المتجددة

❹ مقدمة......161
❹ مخزون الموارد المتجددة ومعدل النمو......161
❹ المعدل الأمثل لاستغلال المورد المتجدد......168

❹ مصائد الأسماك........ 174
❹ المراعي........ 175
❹ موارد الغابات........ 187
❹ الموارد المائية........ 217
❹ تمارين الفصل الرابع........ 232
❹ مراجع الفصل الرابع........ 236

الفصل الخامس
اقتصاديات البيئة

❺ مقدمة........ 243
❺ الرفاهية الاقتصادية........ 243
❺ أسباب تدخل الحكومة في الأسواق........ 248
❺ المتعديات أو الخارجيات........ 251
❺ تحليل الرفاهية الاقتصادية........ 254
❺ قياس الرفاهية الاقتصادية........ 262
❺ تمارين الفصل الخامس........ 275
❺ مراجع الفصل الخامس........ 278

الفصل السادس
الموارد البشرية

❻ مقدمة........ 281
❻ ماهية الموارد البشرية........ 281

❻ علاقة الموارد البشرية بالموارد الاقتصادية الأخرى 282
❻ أدبيات النمو السكاني 283
❻ العلاقة بين النمو الاقتصادي والنمو السكاني 289
❻ حجم الموارد البشرية 290
❻ المضاعف الزمني للسكان 293
❻ المؤشرات المهمة للموارد البشرية 300
❻ سكان المملكة العربية السعودية 301
❻ تحديات ومعوقات تنمية الموارد البشرية 316
❻ طرق ووسائل تنمية الموارد البشرية 318
❻ تمارين الفصل السادس 322
❻ مراجع الفصل السادس 324

الفصل السابع

الملحق الرياضي

❼ تمهيد 327
❼ الأنموذج الاقتصادي 327
❼ أنواع الدوال والمعادلات 330
❼ التفاضل 331
❼ التكامل 350
❼ تمارين الفصل السابع 361
❼ مراجع الفصل السابع 362
نماذج امتحانات 363

الفصل الأول

الاقتصاد والموارد الطبيعية والبيئة

ECONOMICS AND NATURAL RESOURCES AND ENVIRONMENT

- مقدمة
- دور الاقتصاد في إدارة الموارد والبيئة
- أهمية دراسة اقتصاديات الموارد
- العلاقة بين الاقتصاد والموارد
- دورة وميزان المادة في الاقتصاد
- استخدامات الموارد
- تقسيمات وأنواع الموارد
- معدل الخصم الاجتماعي
- المدى الزمني
- نظرية الكفاءة الحركية للموارد
- تمارين الفصل الأول
- مراجع الفصل الأول

1-1 مقدمة :

يهدف هذا الفصل إلى توضيح دور علم الاقتصاد في إدارة الموارد الطبيعية والبيئة بشكل عام، كما يوضح العلاقة بين الاقتصاد والموارد، ويقدم بعض التعريفات ذات العلاقة بالموضوع ويربطها باقتصاديات الموارد والبيئة. كما يوضح أهمية دراسة الموارد الاقتصادية، ويبرز معنى دورة المادة في البيئة وعلاقتها بالاقتصاد، وكذلك طبيعة استخدام الإنسان للموارد، والمعنى الاقتصادي لمعدل التخفيض أو الخصم والحاجة إلى استخدامه في إطار إيجاد القيمة الاقتصادية للسلع الاقتصادية وللموارد الطبيعية، بالإضافة إلى إيضاح الفرق بين معدل الخصم الاجتماعي ومعدل الخصم المالي. كما يوضح الفصل التكامل بين النظام البيئي والاقتصاد وظاهرة الاحتباس الحراري ومفهوم التنمية المستدامة.

1-2 دور الاقتصاد في إدارة الموارد والبيئة :

دخل العالم القرن الواحد والعشرين وهو يواجه تحديات جديدة ومختلفة لحماية وإدارة موارد الأرض المحدودة وبيئتها بطريقة مثلى لا تؤثر سلباً على متطلبات النمو الاقتصادي بعيدة المدى، خصوصاً مع ظهور أهمية الموارد القابلة للنضوب في التقدم الاقتصادي لكل دول العالم، حيث شكلت ولا تزال تشكل مصدر الطاقة الذي اعتمدت عليه الثورة الصناعية في أوروبا ومن ثم التنمية الاقتصادية في كل دول العالم خلال القرن العشرين. حيث كان لمصادر هذه الطاقة الأحفورية القابلة للنضوب الدور الرئيس كمحرك للنمو الاقتصادي في مختلف القطاعات الاقتصادية في جميع أنحاء العالم. وقد ظهر هذا الدور على شكل علاقة طردية بين معدلات استهلاك مصادر الطاقة وبين معدل النمو لأي دولة. وهذه العلاقة الطردية بين معدلات النمو الاقتصادي ومعدلات استخدام مصادر الطاقة تحتم أهمية دراسة آليات ونظريات استخدام وإدارة هذه الموارد لضمان استمرار النمو والتنمية الاقتصادية على المدى البعيد.

ومن جهة أخرى، كلما زادت معدلات استخدام الطاقة – سواءً في النقل أو التصنيع أو غيرهما – زادت معدلات التلوث البيئي، وهو ما يوضح علاقة عكسية

بين مستوى نظافة البيئة (جودة النظام البيئي) ومعدلات استخدام الطاقة. فمن ناحية ترغب كل الدول في الوصول إلى معدلات نمو اقتصادية عالية وفي الوقت نفسه لا ترغب في معدلات تلوث بيئة عالية، مما يوضح مبدأ العلاقة العكسية (التبادلية Trade off) بين هذين المتغيرين الحيويين المقلقين لمتخذي القرار على المستوى الاقتصادي والاجتماعي. القضية المهمة التابعة لهذه العلاقة العكسية (التبادلية) هي أن التغير في مخزون الموارد القابلة للنضوب أو انخفاض مستوى جودة الموارد البيئية في إجمالها غير قابل للتصحيح أو الاسترجاع Irreversible، فمتى ما تم أي تغيير في أحدهما فلا يمكن إعادة هذا التغير إلى الوضع السابق بسهولة، كما أنه إذا كان بالإمكان استرجاع بعض ما فقد منه فإنه عادة ما يحتاج إلى مدد طويلة؛ كما أنه يكون مصحوباً بتكاليف باهظة على المجتمع.

مما سبق يمكن القول وفقاً للنظرية الاقتصادية إن هناك حجماً أمثل لاستخدام أي مورد وفقاً لسياسة معينة عن مدى التأثير المقبول لاستخدامه حالياً على الأجيال القادمة (مستوى التلوث أو مستوى النضوب). أو يمكن القول إن هناك معدل استخدام (أو تلوث) أمثل لتحقيق معدل محدد من النمو الاقتصادي، فهذان المتغيران هما من أهم الجوانب الاقتصادية التي تحاول النظرية الاقتصادية تفسيرهما. كما أن النظرية الاقتصادية تحدد السياسات المثلى التي يجب اتباعها لتصحيح مسار استهلاك مورد ما أو لتعديل تلوث أو إهلاك أحد مكونات النظام البيئي. مما سبق يمكن القول إن اقتصاديات الموارد هي أحد فروع علم الاقتصاد التي تختص بتطبيقات الأسس والنظريات الاقتصادية على الموارد الطبيعية، وهي بذلك تدخل كأحد مجالات علم الاقتصاد التطبيقي.

1–3 أهمية دراسة اقتصاديات الموارد:

تنبع أهمية دراسة اقتصاديات الموارد والبيئة من عدة اعتبارات اقتصادية واجتماعية وتخطيطية من أهمها:

1. ضرورة المحافظة على موارد المجتمع المتاحة واستغلالها الاستغلال الأمثل.

2. أهمية تجنب الأزمات الاقتصادية وتقديم الأساس الصحيح للتخطيط الاقتصادي والبيئي بعيد المدى.

3. أن عدم القدرة على تصحيح أخطاء استخدام الموارد أو عدم القدرة على الاسترجاع Irreversibility يجعل دراسة وتحليل الموارد الطبيعية والبيئية ضرورة لبقاء الإنسان ورفاهيته.

4. أن حالة عدم التأكد (أو اللايقين) Uncertainty المصاحبة لقضايا ومشكلات الموارد والبيئة تحتم دراستها لاستغلالها بشكل أمثل.

5. أن المحافظة على مستقبل الرفاهية لأي مجتمع تعتمد على كفاءة استغلاله لموارده المتاحة وتوزيع استخدامها زمنياً ومكانياً وقطاعياً، وهذا غير ممكن دون معرفة الأسس العلمية والتطبيقية الممكنة لذلك.

6. ظهور أزمات عالمية (كأزمات الطاقة والغذاء والمديونية والتلوث البيئي والتصحر والمجاعات، والاحتباس الحراري) وكلها تعد امتداداً لعدم استغلال الموارد المتاحة بشكل أمثل.

7. المشكلة السكانية: التزايد المطرد في أعداد السكان في دول العالم وخاصة في الدول النامية بما فيها الدول العربية، والحاجة لتوسع الإنسان على حساب الموارد الطبيعية والحياة الفطرية، مع محدودية الموارد الطبيعية، إذ إن بعض هذه الموارد انخفضت مستويات الاحتياطي منها بشكل كبير، مما يحتم دراسة وضع الموارد وترشيد استخدامها للمحافظة على رفاهية الأجيال القادمة.

8. أن استهلاك أو استغلال الموارد الطبيعية والبيئية غالباً ما يؤدي إلى مخرجات مصاحبة تسمى آثاراً خارجية أو متعديات Externalities، هذه الآثار تسمى خارجيات أو متعديات لأنها لا تكون غالباً مقصودة، ولكنها تنتج مصاحبة لاستخدام الموارد، وهي غالباً ما تكون ذات آثار سلبية تؤثر على الرفاه الاقتصادي للمجتمع ككل، إذا لم يتم تصحيح آثارها بالسياسات الاقتصادية الصحيحة.

9. الخسائر الهائلة المتوقعة من تغير المناخ الكوني المتوقع حدوثه كنتيجة لزيادة استخدام الوقود المحترق أو غازات البيت الزجاجي.

1–4 العلاقة بين الاقتصاد والموارد:

تعد النظرية الاقتصادية أحد الأطر القوية لفهم سلوك المستهلك والمنتج لاستخدام الموارد بأنواعها بطريقة منطقية، كما يمكن عن طريقها معرفة مستويات الاستخدام المثلى لهذه الموارد بما يعكس أمثلية اقتصادية واجتماعية بعيدة المدى، ويحقق الرفاهية الاجتماعية والاقتصادية للأجيال الحالية والقادمة. ويوضح تعريف الاقتصاد وتعريف الموارد الاقتصادية العلاقة النظرية والعملية بين الاقتصاد والموارد.

1–4–1 الموارد الاقتصادية والاقتصاد:

يعرف الاقتصاد أحياناً بأنه علم تخصيص (أو توزيع) الموارد المحدودة بين الأغراض والاحتياجات المتعددة. والمقصود بالموارد هنا كل الموارد بمعناها العريض (أي: كل مدخلات الإنتاج).

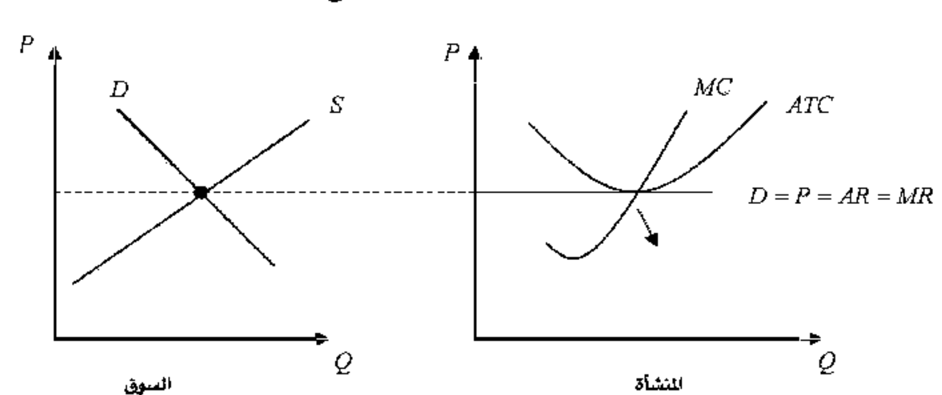
ولذلك فإن كفاءة استخدام المنتجات الاقتصادية أو المورد الاقتصادي من خلال معناه أو تعريفه العريض الشامل لكل مدخلات الإنتاج في أي منشأة هي تحقيق شرط التوازن التالي:

السعر= التكلفة الحدية (1–1)

$$P = MC$$

ويمكن توضيح الشرط السابق بيانياً في الشكل (1–1)، حيث إن السعر يساوي التكلفة الحدية وهو شرط توازن المنشأة التي تعمل في سوق المنافسة التامة. وكما سنرى لاحقاً فإن هذا الشرط التوازني لا ينطبق على الموارد الطبيعية وإن قواعد التوازن الاقتصادي في أسواق الاحتكار أو المنافسة التامة تختلف في الموارد الطبيعية عنها في السلع العادية.

شكل (1-1) توازن السوق في حالة السلع العادية



وفي هذا الكتاب سندرس الموارد الطبيعية Natural Resources فقط أي: ما كان منها طبيعياً أو ذا أصل من الطبيعية وبشكل مباشر، وليس الموارد أو المنتجات التي هي من إنتاج الإنسان، ولكن الإنسان يستخدمها كمدخلات للإنتاج، وهو بذلك السلوك يؤدي إلى انخفاضها أو إلى نضوبها. ولأن الموارد كلمة عامة تشتمل على أشياء عديدة بحسب زاوية النظر إليها فهي تشمل في معناها العريض المواد الخام والأرض والآلات والمباني والمطارات والثروة البشرية وغيرها، فلا بد من تعريف وتصنيف وتوصيف أكثر دقة للموارد الاقتصادية في معناها العريض، ومن ثم تعريف الموارد الطبيعية لتوضيح المقصود منها في مجال اقتصاديات الموارد والبيئة.

1-4-2 الموارد الاقتصادية والطبيعية :

يعرف بول ساملسون (1989م) الموارد الاقتصادية أو عناصر الإنتاج بأنها كل ما يحقق منفعة مباشرة أو غير مباشرة للإنسان ويكون مرتبطاً بقيمة. ويعرف محمد حامد عبد الله (1991م) الموارد الاقتصادية بأنها كل ما يستخدمه الإنسان (بما في ذلك الإنسان نفسه) لتحقيق منفعة أو لإشباع رغبة معينة بطريقة مباشرة أو غير مباشرة وأنها ترتبط دائماً بقيمة معينة أو ثمن محدد. ويصنف كثير من الاقتصاديين الموارد الاقتصادية أو كما يطلق عليها أحياناً عناصر الإنتاج بأنها العمل، ورأس المال، والأرض (أو الموارد الطبيعية). حيث تمثل الأرض أو البيئة الطبيعية المحيطة بالأرض مورداً وعنصراً مهماً من عناصر الإنتاج حيث يمثل العمل L – كعنصر

إنتاج – كل جهد بدني أو ذهني يقوم به الإنسان في أي عملية إنتاجية، بينما يمثل رأس المال K – كعنصر إنتاج – كل ما ينتجه الإنسان من أجل استخدامه في العملية الإنتاجية، بما في ذلك الآلات والمصانع والعدد والأدوات وغيرها. وعليه فإن عناصر الإنتاج هي ذلك الجزء من الموارد الاقتصادية الذي تم رصده للإسهام في عمليات إنتاج السلع والخدمات المختلفة لإشباع رغبات واحتياجات المجتمع؛ أي إن عناصر الإنتاج هي الجزء المستغل من الموارد الاقتصادية في العمليات الإنتاجية.

من جهة أخرى يعرف راندل (1987م) الموارد الطبيعية بأنها الأشياء المفيدة ذات القيمة في الحالة التي نجدها عليها، وهي بذلك مادة خام لم يتم تعديلها. وبذلك، فقد تكون مدخلاً في عملية إنتاجية لمنتج ذي قيمة، أو قد تستهلك بشكل مباشر. وبذلك، فإن الموارد التي لم تعرف بعد أو التي لم يوجد أو يعرف لها استخدام اقتصادي لا تعد مورداً. كما أن الموارد المفيدة في استخدامها – ولكنها موجودة بكميات كبيرة جداً مقارنة بالطلب القائم عليها مما يجعل قيمتها مجانية – لا تعد مورداً.

كما يعرف جوزيف ستيجلينز (1979م) المورد الطبيعي بأنه المورد الموجود في الطبيعة ولم يُنتج من قبل الإنسان. ويفرق ستيجلينز بين الموارد كما يأتي:

(أ) الموارد الطبيعية القابلة للنضوب Exhaustible Natural Resources مثل النفط.

(ب) الموارد الطبيعية القابلة للإكثار Augmentable Natural Resources مثل الأسماك.

(ت) الموارد الطبيعية التي لا تنضب ولكنها غير قابلة للإكثار Inexhaustible But Non–augmentable Resources مثل الأراضي والمد والجزر والشمس.

(ث) الموارد القابلة لإعادة الاستخدام (التدوير) Recyclable Resources كالمعادن.

كما يعرف مندور ونعمة الله (1995م) الموارد الطبيعية بأنها ما يقوم الإنسان به بإدراك وتقييم منفعته من البيئة، وإعداده للدخول في دائرة الاستغلال الاقتصادي بغرض إشباع حاجة معينة أو تلبية مطلب معين.

أما في هذا الكتاب، فسنستخدم تعريفين عريضين للموارد الطبيعية من حيث عمرها الزمني، هما:

(أ) الموارد الطبيعية غير المتجددة أو القابلة للنضوب Non-renewable Resources أو Exhaustible- Resources أو Deplatable Resources، مثل النفط والمعادن أو تكوينات المياه الجوفية غير المتجددة.

(ب) الموارد الطبيعية المتجددة أو القابلة للإكثار أو النمو Renewable Resources مثل الأسماك أو الغابات أو المراعي أو قطعان الماشية أو الطيور، أو المياه المتجددة التي تكثر بالتعويض أو الإمداد والتي قد تنضب متى ما تجاوز مستوى استخدامها أو استهلاكها مستوى التعويض. والتفريق بين الموارد القابلة للنضوب والمتجددة غير محدد أو دقيق، لأن الموارد القابلة للنضوب تتجدد ويستمر تكوينها أو اكتشاف الجديد منها ولكن بشكل بطيء وتستغرق زمناً جيولوجياً لا يدخل في المدى الزمني التخطيطي الاقتصادي؛ كما أن الموارد المتجددة قد تتحول إلى موارد قابلة للنضوب متى ما تم استخراجها أو استهلاكها بمستوى أو معدل أعلى من معدل نموها أو تكاثرها.

1-4-3 الموارد والندرة:

تعد الموارد غير نادرة إذا كانت متوفرة بحيث يمكن الحصول عليها مجاناً؛ أي إن سعر شراء المورد يساوي صفراً $P = 0$ ، وهو ما يعني أن عرض المورد لا يتأثر بالطلب منه؛ وعليه فإن هذه الموارد لا تدخل ضمن الموارد الاقتصادية. ولكن هذه الموارد إذا زاد الطلب عليها عن عرضها نتيجة لأي تغيرات اقتصادية أو تقنية، فإن سعر شرائها يكون أكبر من الصفر $P \succ 0$ وعليه فإن هذه الموارد تصبح اقتصادية؛ لأنها في هذه الحالة تتصف بخاصية الندرة Scarcity، وتعتبر الندرة أهم صفة تميز الموارد وتجعلها اقتصادية، والندرة ببساطة هي توفر الموارد بكميات محدودة.

والندرة في الموارد المتاحة تجعل الاختيار بين البدائل والبحث عن أفضل بديل أمر محتم، حيث إن علم الاقتصاد يسمى بعلم الاختيار أو التفضيل، والتحليل الاقتصادي يتطلب وجود نظام أسعار يمثل قيم السلع والخدمات للتمكن من المقارنة

بين الاختيارات أو البدائل المتاحة وللتفريق بين التوزيع الأمثل من التوزيع السيئ للموارد بين هذه الاختيارات.

وتعتبر الأسواق بما فيها من قوى عرض وطلب وآليات توازن هي الإطار الذي يتم من خلالها توزيع الموارد المتاحة في ظل خاصية الندرة سواء أكانت هذه الموارد تخضع لآليات السوق كالسلع والخدمات العادية أو كانت لا تخضع لآليات السوق مثل بعض الموارد البيئية والطبيعية بشكل عام.

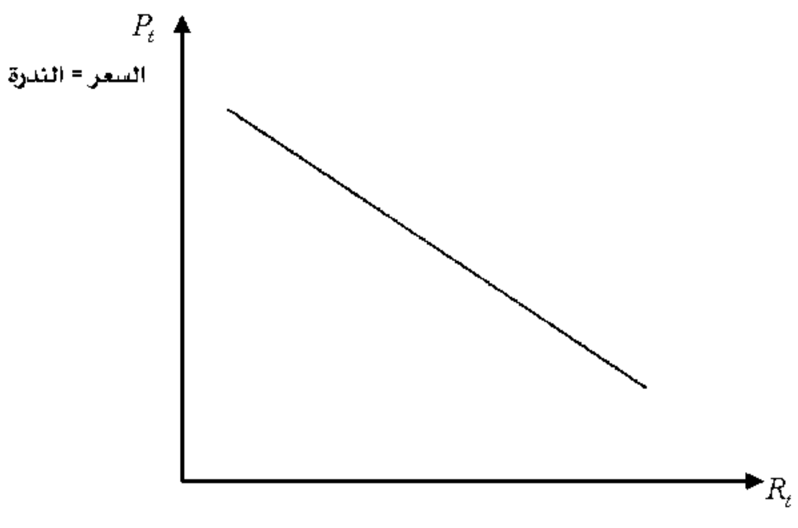
وبصرف النظر فإن خاصية الندرة تجعل لكل قرار تخصيص أو توزيع لمورد ما تكلفة فرصة بديلة أخرى إذا تم استغلاله في مجال آخر أو في وقت آخر، بمعنى أن استغلال هذا المورد قد يعطي قيمة أفضل أو عائداً اجتماعياً قد يكون أكبر. ومن هذه الخاصية للموارد – وهي ندرتها ومحدوديتها – تتحدد أسعار الموارد وتكاليفها وتوزيعاتها والكميات التي يمكن أن تستغل منها حسب مجالات ووقت استغلالها.

ومن هنا تأتي أهمية ودور الرشد الاقتصادي حيال هذه الاختيارات، فقد يكون هناك اختيارات متعددة لتوزيع موارد ما بين استغلالات متعددة، ويؤدي الاختيار الصحيح الراشد اقتصادياً إلى تحقيق منافع متدفقة تتجاوز قيمة تكلفة الفرصة البديلة.

ومن الجدير بالذكر أن كل المجتمعات تواجه مشكلة في اتخاذ القرارات بسبب ندرة ومحدودية الموارد لديها. من أمثلة هذه القرارات؛ إقرار الميزانية الحكومية للقطاعات، وتوزيع الأراضي، وتوزيع المياه الجوفية بين القطاعات والمناطق والأجيال وغيرها؛ وهكذا بالنسبة للأفراد، فهل ينفق الفرد كامل دخله المحدود؟ أم هل يدخر بعضه وعلى أي السلع والخدمات ينفقه؟

ومن الناحية الاقتصادية فإن أي قرار متخذ في هذه الأطر يكون قراراً مثالياً إذا كانت العوائد أو المنافع من اختياره تزيد على تكلفة الفرصة البديلة. إلا أن اختلاف نظم التقييم للمنافع والتكاليف سيؤدي إلى اختلاف في ترتيب الاختيارات المتاحة لأي مجتمع، ويوضح الشكل (1–2) العلاقة بين سعر ندرة المورد وكمية الموارد المتاحة، إذ كلما زادت محدودية المورد زادت ندرته مما يؤدي إلى زيادة سعره الاقتصادي.


شكل (1-2) العلاقة بين سعر ندرة المورد وكمية الموارد المتاحة



ويمكن إجمالاً توضيح تأثير مفهوم الندرة الاقتصادية كمفهوم اقتصادي على الموارد الطبيعية فيما يلي:

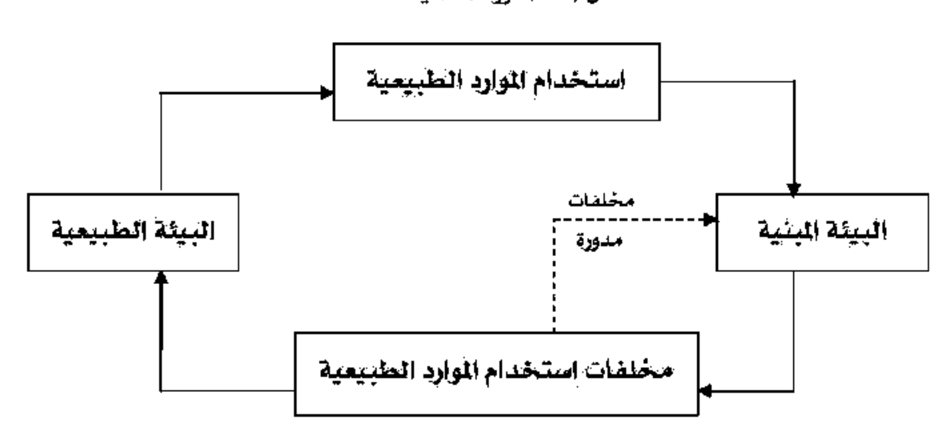
1. أن الموارد التي لم يكن لها ثمن (قيمة تدفع) في الماضي أصبح لها ثمن مع تزايد ندرتها النسبية.
2. أن الندرة النسبية في الموارد تؤثر على أفضلية توزيع الموارد.
3. أن زيادة استنزاف الموارد يؤدي إلى ارتفاع التكاليف الحدية والمتوسطة لاستخراجها واستغلالها.
4. أن الموارد القابلة للنضوب لها خاصية التداخل الزمني والمكاني في الاستخدام عبر الزمن. فرفاهية المجتمع مستقبلاً تعتمد على طريقة وأمثلية استغلال الموارد بشكل مدروس حالياً؛ لأنه من الصعب في المستقبل إعادة الموارد إلى ما كانت عليه في الماضي، حيث سيؤثر ذلك على رفاهية الأجيال القادمة، وهو ما يسمى بالتداخل الزمني بين الأجيال. كما أن

وجود مورد يمتد مجال استخراجه عبر الحدود الجغرافية بين بلدين، يؤدي إلى تداخل دولي في المصالح والمنافع من هذه الموارد بين الدولتين أو أكثر عبر الحدود الجغرافية.

1–5 دورة وميزان المادة في الاقتصاد :

يوضح ميزان المادة Materials Balance and Cycle في الشكل (1–3) دورة الموارد الطبيعية في الاقتصاد؛ حيث يوضح أن هناك مجريين للموارد باتجاهين متعاكسين من خلال الاقتصاد. فالموارد المستخرجة من البيئة الطبيعية إنما هي لاستخدامها في بيئة الإنسان المبنية (أو الأرض)، وبذلك تخرج الموارد الطبيعية من البيئة الطبيعية إلى البيئة المبنية، ثم تبقى في البيئة المبنية كمخزون أو كسلع رأسمالية ومن ثم يعود بعضها إلى البيئة الطبيعية في صورة مخلفات ناتجة عن استخدام الموارد تتكون من مخلفات قابلة للإعادة ومخلفات يمكن التحكم فيها، ومخلفات ملوثة. حيث المخلفات القابلة لإعادة الاستخدام بالتدوير – إذا تم تدويرها – تعود إلى البيئة المبنية، أما إذا لم يتم تدويرها فإنها تدخل كملوثات في البيئة الطبيعية. ولا يوجد هناك شيء اسمه استهلاك نهائي للمورد كمادة طبيعية فكل استخدام للموارد ينتج مخلفات.

شكل (1–3) دورة المادة في الاقتصاد



وكمثال على ذلك الفحم الذي يتم إحراقه لإنتاج الطاقة مما يجعل الكربون يتلاحم مع الأكسجين الموجود في الطبيعة لينتج ثاني أكسيد الكربون CO_2. وعليه فإن مادة الكربون المنتجة من الفحم الحجري تساوي حجم الكربون الموجود فيه، وبذلك يمكن التعبير عن التغير في ميزان الكربون في البيئة خلال أي مدة أو سنة كما يأتي:

زيادة مخزون الكربون في البيئة خلال سنة يساوي حجم الكربون المنتج خلال سنة مطروحاً منه حجم الكربون الخارج خلال تلك السنة.

وإذا كان الكربون المنتج في الأرض خلال سنة أكبر من حجم الكربون المحول من النظام الأيكولوجي خلال سنة، فإن ذلك يعني أن هناك زيادة في المخزون التراكمي للكربون في البيئة. هذه الحالة ربما تكون من أهم المفاهيم التي ترى بعض الأدبيات أنها المسببة لظاهرة التسخين الكوني أو الاحتباس الحراري Global-Warming أو ظاهرة البيت المحمي Green House.

وكمثال آخر كلما نمت الأشجار حولت مادة ثاني أكسيد الكربون CO_2 إلى كربوهيدرات (خشب) وأكسجين. وبذلك يكون ميزان الكربون في غابة خلال مدة من الزمن كما يأتي:

حجم مخزون الكربون في غابة أشجار عند أي مدة من الزمن يساوي مخزون حجم الكربون (الخشب) في هذه المدة السابقة مطروحاً منه حجم الكربون (الخشب) المستخرج من هذه الغابة المدة الحالية؛ بينما صافي حجم الكربون (الخشب) المأخوذ من البيئة في الغابة خلال قرن من الزمن) يساوي مخزون الغابة من الأشجار مطروحاً منه حجم الأشجار المقطوعة خلال المدة + كمية النمو من الأشجار خلال المدة.

أما الحالة بعيدة المدى للغابة القابلة للنضوب التي لا تبني مخزوناً إضافياً من الكربون (الخشب) هو عندما يكون صافي حجم الخشب المأخوذ من بيئة الغابة يساوي صفراً.

1–6 استخدامات الموارد الطبيعية:

يستخدم الإنسان الموارد الطبيعية بطرق مختلفة، منها الاستخدام المباشر أو غير المباشر. الاستخدام المباشر للموارد يتمثل في استخدام الأراضي أو الماء أو ما شابه ذلك من الموارد مباشرة، أما الاستخدام غير المباشر للموارد فمثل استخدام الغذاء الناتج عن استخدام الماء والأرض وغيرها، وعليه يمكن تلخيص طرق استخدام الإنسان للموارد كما يأتي:

1. استخدام مباشر؛ مثل استخدام الإنسان الأسماك، ولحوم الماشية، والغذاء النباتي.
2. استخدام غير مباشر؛ مثل استخدام الطاقة في المصانع التي يستهلك الإنسان منتجاتها.
3. الاستخدام لأكثر من غرض؛ مثل استخدام الإنسان الغابات كمصدر للأخشاب أو للتنزه أو لتغذية وتنمية الثروة الحيوانية.

1–7 تقسيمات وأنواع الموارد:

الموارد الاقتصادية لأي مجتمع أو بلد هي كل ما تملكه وتستطيع التصرف فيه. ويمكن تقسيم أو تصنيف الموارد بالنظر إلى اعتبارات عدة منها:

1–7–1 تصنيف الموارد حسب أصلها

1. الموارد الطبيعية؛ وتشمل الأرض وما عليها وما فوقها وما في باطنها.
2. الموارد البشرية؛ وهي فعاليات العمل اليدوي والذهني والفني والتنظيمي والأدبي والإداري.
3. رأس المال؛ وتشمل جميع الأشياء التي يصنعها الإنسان من مطارات، وموانئ، ومصانع، ومبانٍ، وغيرها.

1–7–2 تصنيف الموارد حسب مدى انتشارها

1. موارد موجودة في كل مكان مثل الهواء والشمس اللذين يتواجدان في كل مكان.
2. موارد موجودة في أماكن كثيرة مثل الحيوانات والأشجار.
3. موارد موجودة في أماكن قليلة مثل المعادن والبترول.

1–7–3 تصنيف الموارد حسب عمرها الزمني

1. موارد متجددة Renewable Resources؛ وهي تلك الموارد التي تنمو أو تزيد عبر الزمن، والتي إما أن يكون نموها أو تزايدها خارجياً أو مستقلاً عن حجم المخزون، أي: ليس له علاقة بالمخزون المتواجد، كمياه الأمطار أو الأنهار، وإما أن يكون نموها داخلياً أو تابعاً، أي: يعتمد على حجم المخزون الموجود منها؛ أي: إنها تتكاثر إحيائياً. هذه الموارد يمكن أن تكون مستمرة متى ما حافظ عليها الإنسان وأدارها بشكل صحيح.
2. موارد قابلة للنضوب Exhaustible Resources؛ وهي تلك الموارد التي يعد المخزون الموجود منها في الأرض ثابتاً في إطار الزمن التخطيطي الواقعي. حيث إن تكونها أو زيادة المخزون منها، — إن حدث — يستغرق زمناً جيولوجياً يزيد على أي مدة زمنية تخطيطية ممكنة، وبذلك يعد المخزون منها في الأرض ثابتاً من الناحية التخطيطية وهو ما يؤثر في إمكانية الأجيال القادمة من الحصول عليها واستغلالها. وهي تنقسم إلى قسمين هما:
   - موارد يمكن إعادة استخدامها كالمعادن.
   - موارد لا يمكن إعادة استخدامها كالبترول.
3. موارد جارية Flow Resources؛ وهي ذلك النوع من الموارد التي لا يتأثر مستوى المخزون منها بما يتم استخدامه حالياً أو ما تم استخدامه سابقاً، فلا يؤثر استخدام أي دولة أو مجموعة أو جيل حالياً على ما يمكن أن

تحصل عليه أي دولة أو مجموعة أو جيل منها لاحقاً، وبعبارة أخرى فإنها موارد مستمرة في التدفق مثل الطاقة الشمسية أو طاقة المد والجزر.

1–7–4 تصنيف الموارد حسب جغرافيتها

كما يمكن تصنيف الموارد بحسب تواجدها الجغرافي إلى ما يأتي:

1. موارد محلية؛ وهي تلك الموارد التي توجد على مستوى القرية أو المدينة أو المحافظة.
2. موارد إقليمية؛ وهي تلك الموارد التي توجد على مستوى الإقليم أو المنطقة الإدارية.
3. موارد وطنية؛ أو قُطرية وهي تلك الموارد التي توجد على مستوى الدولة.
4. موارد دولية؛ وهي تلك الموارد التي توجد مشتركة بين عدد من الدول أو كلها.

ويوضح جدول (1–1) تصنيف الموارد الطبيعية حسب أصلها وعمرها الزمني.

جدول (1–1) تصنيف الموارد الطبيعية حسب أصلها وعمرها الزمني

الموارد حسب أصلها / الموارد حسب عمرها الزمني	البيئية Environmental	الإحيائية Biological	المعادن Minerals	الطاقة Energy
الجارية Expendable or Flow	الهواء النقي الهدوء	غالبية المنتجات الزراعية	الملح	الطاقة الشمسية الطاقة المائية
المتجددة Renewable	المراعي الغابات	منتجات الغابات الأسماك الحياة الفطرية	-	الحطب الفحم
القابلة للنضوب Exhaustible or Depletable	طبقة الأوزون البيئة البكر التنوع البيولوجي	الحيوانات القابلة للانقراض الحياة الفطرية المهددة بالانقراض (الغزلان، الحباري)	أغلب المعادن (الذهب، الحديد، الفوسفات، الملح، ... إلخ)	النفط، الغاز، الفحم الحجري، اليورانيوم

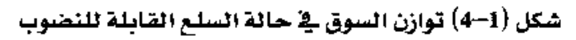
ما سندرسه في هذا الكتاب هو الموارد الطبيعية Natural Resources سواء أكانت متجددة أو قابلة للنضوب أو جارية. وسنركز في دراستنا على الموارد المتجددة والقابلة للنضوب؛ لأنها هي المهمة من ناحية القرار الاقتصادي؛ أما الموارد الجارية فإنها ومن خلال تعريفنا لها لا تتأثر بمستوى الاستخدام الحادث حالياً أو سابقاً أو مستقبلاً، وإذا حصل هذا فإنها تدخل في دائرة الموارد المتجددة أو القابلة للنضوب.

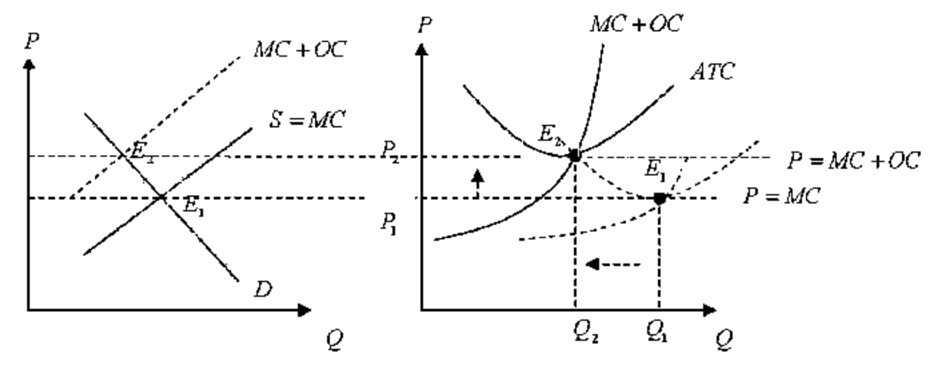
ونظراً لمحدودية الموارد وقابليتها للنضوب الكلي (الجيولوجي) أو الاقتصادي فإن الاستخدام الجائر لها يؤثر في فرصة الأجيال القادمة في استخدامها، مما يجعل الشرط التوازني السابق للكفاءة في استخدام المورد في السلع العادية المعادلة رقم (1—1) غير مناسب، حيث يؤخذ بالاعتبار تكلفة الفرصة البديلة عند نضوب المورد، ولذلك يصبح شرط الكفاءة الصحيح لاستغلال هذه الأنواع من الموارد هو:

السعر= التكلفة الحدية + تكلفة الفرصة البديلة.................(1—2)

$$\mathrm{P} = \mathrm{M}C + OC$$

حيث يوضح شرط التوازن الجديد الذي يأخذ في الاعتبار احتمال نضوب المورد، تكلفة الفرصة البديلة لنضوب المورد OC (Opportunity Cost)؛ وهو ما يؤدي كما في الشكل (1—4) إلى ارتفاع السعر التوازني من P_1 إلى P_2 وانخفاض كمية الإنتاج التوازنية من Q_1 إلى Q_2 بمقدار = $Q_1 - Q_2$. ويمكن تعريف تكلفة النضوب للمورد الطبيعي $O.C.$ بأنها تلك التكلفة التي يتحملها المجتمع عندما ينفد المورد من أجل توفير الخدمة أو السلعة للمجتمع من أفضل بديل يتوفر للمجتمع تقنياً.


شكل (1—4) توازن السوق في حالة السلع القابلة للنضوب



كما يمكن تعريف النضوب الجيولوجي بأنه نفاد كامل المخزون من المورد الحادث بسبب الاستمرار في استغلاله أو استخراجه، بحيث لا يبقى مخزون من المورد قابل للاستخراج فنياً؛ وهو ما يعني أيضاً حدوث نضوب اقتصادي للمورد. بينما النضوب الاقتصادي للمورد فإنه ممكن الحدوث أيضاً دون حدوث نضوب جيولوجي، وذلك عندما يؤدي الاستمرار في استخراج المورد إلى ارتفاع تكاليف استخراجه بحيث تصبح التكاليف الحدية لاستخراج المورد MC أعلى من سعر المورد P، الذي يساوي $P = MC + OC$ فيصبح استخراج المورد غير مربح $P \prec MC + OC$، أي إنه أصبح ناضباً اقتصادياً. ويمكن حدوث تغير في حالة النضوب الاقتصادي للمورد إذا تم اكتشاف طرق فنية أقل تكلفة لاستخراج المورد أو في حالة ارتفاع سعر المورد.

1–8 معدل الخصم الاجتماعي:

يقوم قطاع الأعمال عادة محاسبياً ومالياً باستخدام مبدأ حساب القيمة المستقبلية Future Value(P_T) لمقارنتها بالقيمة الحالية Present Value (P_0) لاتخاذ قراراته التجارية المختلفة المتعلقة بالمستقبل.

فالقيمة الحالية P_0 في المدة (0) هي: $P_o = \frac{P_T}{(1+i)^T}$

حيث i هنا تساوي تكلفة الاستدانة أو الاقتراض أو بعبارة أخرى معدل الفائدة على اقتراض أي مبلغ مالي.

كما أن القيمة المستقبلية P_T في المدة T هي:

$$P_T = P_0(1+i)^T$$

ومن وجهة النظر الاجتماعية فإن الإجابة على التساؤل هل يتم استخدام أو استخراج مورد طبيعي الآن أو بعد مدة من الزمن T؟ يعد مسألة مهمة؛ فالمجتمع يجب أن يقارن بين القيمة الحالية للمورد P_0 والقيمة المستقبلية للمورد P_T. وقيمة المورد المستقبلية أو الحالية عادة ما تعكس قيمة الإنتاجية الحدية للمورد VMP أو القيمة المضافة لإسهام المورد في إنتاج سلعة ما مقيمة على أساس سعر السلعة المنتجة

الحالي وتكلفة الاستدانة أو معدل الخصم. وبذلك تصبح قاعدة استخدام المورد هي أن تستخدم المورد حالياً إذا كانت القيمة الحالية أكبر من القيمة المستقبلية للمورد:

$$P_0 > \frac{P_T}{(1+r)^T}$$

حيث r هنا تعكس قيمة معدل التخفيض أو الخصم الاجتماعي، وبذلك يكون التخفيض للمورد القابل للنضوب كما هو للسلع الأخرى.

يتضح مما سبق أن الفشل في تعظيم القيمة الحالية لاستخدام المورد (أي استخدام المورد بكميات تعظم قيمته الحالية) يؤدي إلى ظلم أو خسارة للأجيال القادمة؛ حتى وإن كان هذا الفشل ممثلاً في إبقاء كميات أكبر من اللازم من المورد للأجيال القادمة، حيث إن قاعدة الاستخدام للمورد حالياً هي:

$$P_0 > \frac{P_T}{(1+r)^T}$$

حيث r تساوي الإنتاجية الحدية لرأس المال في الاقتصاد. وبذلك يتم إنتاج المورد واستثمار قيمته حيث ستكون قيمته في السنة الأولى تساوي $P(1+r)$ وقيمته بعد مدة زمنية T تساوي $P_0(1+r)^T$، ولكن إذا كانت $P_0(1+r)^T > P_T$ فستكون قيمة المورد أعلى في المستقبل إذا قمنا باستخراج المورد الآن واستثمرنا قيمته.

ولعلنا هنا نثير التساؤل عما هو المقصود بمعدل الخصم الاجتماعي Social Discount Rate (r) المستخدم هنا؟

نلاحظ هنا أنه إذا كان صحيحاً أن رأس المال المنتج هو أحد الموارد القابلة للنضوب أو غيرها؛ وأنه يتم استثماره بطريقة صحيحة، فإن (r) معدل الخصم في هذه الحالة يساوي الإنتاجية الحدية لرأس المال = معامل الخصم الاجتماعي = $\frac{dy}{dk}$، حيث $\frac{dy}{dk}$ هي الإنتاجية الحدية لرأس المال، وإذا كان رأس المال المستخدم في الإنتاج من الموارد القابلة للنضوب يتم استهلاك بعضه، فإن معدل تخفيض أو خصم

الاستهلاك يساوي i حيث $r > i$ ، بينما المتبقي من رأس المال المنتج المستخدم من الموارد القابل للنضوب يتم استثماره بمعدل r حيث r تقع بين i و $\frac{dy}{dk}$ لإنتاجية الحدية لرأس المال.

فإذا كان الاقتصاد يعمل بشكل متوازن، أي بمزيج متوازن بين الاستهلاك والاستثمار فإننا نتوقع أن $r = i = \frac{dy}{dk}$ ، أي إن معدل خصم الاستهلاك i يساوى معدل الخصم للاستثمار ويساوى أيضاً الإنتاجية الحدية لرأس المال. بينما إذا كان الاقتصاد الذي يستخدم فيه هذا المورد القابل للنضوب استهلاكياً أكبر من كونه استثمارياً؛ فإننا نتوقع أن يكون $\frac{dy}{dk} > i$ ، وإذا كانت $\frac{dy}{dk} \neq i$ فإن r في هذه الحالة سوف تعتمد في قيمتها على نمط الاستهلاك ونمط إعادة الاستثمار المتبع في الاقتصاد. ويتضح هنا أن أهمية سعر المورد أو قيمته الحالية ليست بمفردها كافية لاتخاذ القرار الاقتصادي المناسب لتحقيق الكفاءة الاقتصادية Economic Efficiency ، بل يجب اعتبار ما نفعله بقيمة هذا المورد، فكم من قيمته سيتم استثمارها؟ وكم منها سيتم استهلاكها؟ وهل النسبة بين الاستثمار والاستهلاك ستتحسن لمصلحة الاستثمار أم لمصلحة الاستهلاك مستقبلاً؟

مما سبق لاحظنا أنه يجب أن نقوم بالخصم للقيمة المستقبلية للمورد الطبيعي كما نفعل لباقي المنتجات، وأن اختيار معدل الخصم يعتمد على نمط الادخار والاستثمار المتبع في الاقتصاد أي تكلفة الفرصة البديلة لاستغلال رأس المال. كما نستطيع القول بأن معدل الخصم المستخدم من قبل القطاع الخاص ربما يزيد عادة على سعر الخصم الاجتماعي الذي يفترض أن نستخدمه في حالة الموارد الطبيعية.

مثال:

لنفترض أن لدينا مخزوناً من النفط يساوي حالياً في حال استخراجه حسب الأسعار السائدة 100 مليار ريال $P_0 = 100$ ؛ بينما يمكننا الاحتفاظ به في باطن الأرض واستخراجه بعد 50 سنة أي إن $T = 50$ ، حيث ستكون قيمته المستقبلية عند استخراجه بعد خمسين سنة 600 مليار ريال $P_0 = 600$. هل يقوم المجتمع أو

متخذ القرار الاجتماعي في هذه الحالة باستخراج النفط الآن وبيعه؟ أم يقوم المجتمع بإبقاء النفط ليبيعه الجيل القادم بعد خمسين سنة؟

للإجابة على هذا التساؤل لا بد من المقارنة بين القيمة الحالية للنفط بعد 50 عاماً مع قيمة النفط لو تم بيعه الآن، أي إنه إذا كانت: $\frac{P_T}{(1+r)^T} > P_0$ ، فيبقى المخزون في باطن الأرض ليباع بعد 50 عاماً، حيث إن القيمة الحالة لقيمته المستقبلية بعد خمسين عاماً أكبر من قيمته الحالية فيما لو تم بيعه الآن.

أما إذا كانت: $\frac{P_T}{(1+r)^T} < P_0$ ، فيتم استخراج المخزون حالياً؛ لأن ذلك من مصلحة الجيل القادم أيضاً.

طبعاً هذا صحيح تحت فرضية أن $\frac{dy}{dk}$ (الإنتاجية الحدية لرأس المال) $= r$ (معدل الخصم الاجتماعي)، وهذا كله يعتمد على معدل الخصم الاجتماعي r الذي سيتم استخدامه لمعرفة القيمة المستقبلية لرأس المال فيما لو تم باستخراج المورد حالياً، ليمكن مقارنة هذه القيمة مع 600 مليار ريال. فلو كان معدل الخصم $r = 0.05$ ، فإن القيمة المستقبلية للمورد المستخرج حالياً ستكون:

$$P_{50} = 100(1+0.05)^{50} = 1146.74$$

وهذا يعني أن مصلحة المجتمع استخراج المخزون حالياً واستثمار قيمته لتصبح في المستقبل 1146.74 مليار ريال.

1–9 المدى الزمني:

يعد تحديد المدى أو الأفق الزمني Time Horizon لأي مشكلة أو أنموذج تخطيطي ضرورياً لحل الأنموذج الرقمي، والحصول على نتائج قابلة للتحليل. كما أن حساب الأنموذج الرقمي يزداد صعوبة مع زيادة عدد المتغيرات الاقتصادية، وزيادة عدد السنوات، وعدم خطية العلاقات أو المتغيرات في النموذج. غير أن تحديد عدد السنوات أو المدد للمدى الزمني التخطيطي Time Horizon تعتبر قضية غير حيادية من منظور العدل الاجتماعي بين الأجيال Intergenerational Justice. فلو كان الهدف

الاجتماعي هو تعظيم القيمة الحالية لمورد قابل للنضوب، وكان المدى الزمني المحدد هو 40 سنة؛ فإن هذا يعني أن إمكانية استخراج المورد للمجتمع بعد هذا المدى الزمني يعد خارج إطار دالة الهدف الاجتماعية. وبمعنى آخر دع الجيل القادم بعد الأربعين سنة يعتني بنفسه، ولا تحسب له حساباً. وهذا المنطق أو المبدأ قد لا يختلف مع مبادئ التنمية في مفهومها العام، ولكن بلا شك يتناقض مع مفهوم ومبدأ التنمية المستدامة والعدالة في توزيع منافع التنمية بين الأجيال.

1–10 نظرية الكفاءة الحركية للموارد:

تعد فكرة الكفاءة الحركية أو الديناميكية Dynamic Efficiency مهمة من وجهة النظر الاقتصادية لاستغلال الموارد. ولعلنا نوضح هذا المفهوم باستيعاب مفهوم القيمة الحالية (المخصومة)؛ من خلال الإجابة على التساؤل التالي؛ هل يفضل الشخص الرشيد أن يستلم مبلغ 10,000 ريال الآن أو بعد 10 سنوات؟ ولماذا؟ الأسباب التي تجعل معظم الأشخاص يفضلون استلام مبلغ الـ 10,000 ريال حالاً بدلاً من استلام المبلغ بعد 10 سنوات هي؛ 1) أن الشخص إذا كان يتوقع ارتفاعاً في مستويات الأسعار مستقبلاً، فإن القوة الشرائية للـ 10,000 ريال الآن سوف تتقلص مع مرور السنوات. 2) إذا استلم الشخص الـ 10,000 ريال الآن واستثمرها مثلاً في سندات حكومية، فإنه سيحصل على مبلغ أكبر من 10,000 ريال خلال 10 سنوات. 3) بسبب معدل التفضيل الزمني المجرد Pure Rate of Preference Time الذي يؤدي إلى أخذ الاختيار الأفضل الحالي والانتظار على الاختيار الأسوأ مستقبلاً، فقد لا يعيش الشخص لـ 10 سنوات، فلماذا ينتظر؟ 4) الحاجة الماسة الحالية تزيد من مستوى اتخاذ أو اختيار الشخص لمعدل التفضيل الزمني المجرد.

ويمكن إعادة طرح السؤال بطريقة أخرى: لنفترض أن شخصاً ورث مبلغ 10,000 ريال ولكن الوصية تحدد أن يستلم المبلغ فقط بعد 10 سنوات، فما هو المبلغ الذي سيقبله الشخص الآن لكي يوقع على حقه في الإرث لشخص آخر؟

وبذلك سيكون تساؤل الشخص: ما هي القيمة الحالية الآن لمبلغ الـ 10,000 ريال الذي سيتحصل عليه بعد عشر سنوات؟ هذا سيعتمد على أحوال الشخص نفسه، وعلى الفرص الاستثمارية المتاحة له، وبشكل خاص على سعر الخصم المالي

المتوفر للشخص (معدل الفائدة)، أو بتعبير آخر القيمة الزمنية للنقود. وبذلك تنخفض القيمة الحالية للدفعات كلما زاد المدى الزمني، بينما القيمة المستقبلية للمبلغ الادخاري ستنمو عبر الزمن بمعدل يساوي معدل الخصم.

ويختلف الأفراد في نظرتهم لمعدل الخصم الخاص بهم نظراً لاختلاف ظروفهم. ولكن، في إطار السوق الحالي هناك أفراد يعرضون أموالهم للاستدانة وآخرون يطلبون أموالاً ليستدينوها. وكما هو الحال بالنسبة للسعر التوازني للمنتجات العادية الذي يعتمد على العرض منها والطلب عليها، فإن سعر الخصم التوازني في السوق الحالي والمستقبلي يتحقق عندما يتساوى عرض النقود مع الطلب عليها في هذه السوق.

ومع أن حساب القيمة الحالية والمستقبلية ومعدل الخصم هي من صميم تخصص التمويل الذي يعد أحد مجالات الاقتصاد التطبيقي، الذي يركز على القيمة الزمنية للنقود مع الطلب منها؛ غير أنه ذو صلة وثيقة بالموارد وكفاءة استخدامها زمنياً. ولنفترض الآن أن شخصاً ما حصل على ضمان باستلام دفعة مستقبلية في السنة T، وأن معدل الخصم لهذا الشخص هو r فإن القيمة الحالية المخفضة أو المخصومة لهذه الدفعة المستقبلية (P_0) Present Discounted Value يمكن حسابها بالمعادلة الآتية:

$$P_0 = \frac{P_T}{(1+r)^T}$$

حيث: P_T تشير إلى القيمة المستقبلية، بينما P_0 تشير إلى القيمة الحالية.

مثال:

إذا كانت الدفعة المستقبلية P_T تساوي 10000، تدفع بعد سنتين أي إن $T = 2$، بينما سعر الخصم يساوي $r = \%10$، فإن القيمة الحالية لهذه الدفعة المستقبلية هي:

$$\because\ P_0 = \frac{10000}{(1+0.01)^2} = \frac{10000}{1.0201}$$

$$\therefore\ P_0 = 9802.9$$

وعلى هذا الأساس فإن الشخص يتساوى عنده استلام مبلغ 10000 ريال بعد سنتين أو مبلغ 9802.9 ريال الآن. وذلك لأن القيمة الحالية للعشرة الآلاف التي يستلمها بعد سنتين تساوي 98020 ريال الآن.

الفكرة المهمة الأخرى في هذا الإطار هي أن الشخص الذي يستلم دفعات مالية متكررة خلال مدة زمنية، يستطيع أن يحسب القيمة الحالية لهذه الدفعات المستقبلية المتكررة كما يأتي:

$$P_0 = \sum_{i=1}^{\tau} (FP, Yi)/(1+r)^i$$

حيث FP هي الدفعة المستقبلية و Yi هي السنة i والتي تتكرر فيها الدفعات هي: $i = 1,2,\ldots\ldots,\tau$ ، وبذلك يمكننا أن نطرح الصيغة العامة التالية لحساب القيمة المستقبلية P_T لأي مبلغ حالياً P_0 كما يأتي:

$$P_T = P_0(1+r)^T$$

والقيمة الحالية لأي مبلغ مستقبلي هي:

$$P_0 = P_T(1+r)^{-T}$$

نلاحظ هنا أن r هو معدل الخصم الاسمي أو الفائدة أو العائد الاسمي الذي يدفعه المستثمر لاقتراض مبلغ من المال، وهو النسبة التي تستخدم في البنوك المركزية أو البنوك التجارية من أجل إقراض النقود للمؤسسات البنكية من البنك المركزي أو من البنوك التجارية للأفراد. فكرة أخرى متصلة بهذا الموضوع تتعلق بأسهم الشركات التي تعد أصولاً يمكن تحويلها إلى أموال من مدة زمنية إلى أخرى، وتعتمد قيمتها السوقية في نهاية المطاف على الأرباح العائدة على هذه الأسهم. ولكن عندما يتم امتلاك هذه الأسهم من سنة إلى أخرى فإن أسعارها تعبر

عن قيمة هذه الأصول (القيمة الدفترية) لهذه الشركة، ونسبة الأرباح المدفوعة على هذه الأسهم. بينما نجد أن معدل الخصم الحقيقي أو معدل الفائدة الحقيقي هو معدل الفائدة أو الخصم الاسمي بعد تعديله بمعدل التضخم.

وعادة ما تكون عوائد الاستثمارات بعيدة المدى أعلى من عوائد الاستثمارات قصيرة المدى، نظراً لأن معدل المخاطرة Risk Rate أعلى في المدى الطويل منه في المدى القصير. والآن لننظر للأفكار السابقة من خلال نظرية الاستثمار، فإذا كان لدينا منتج لنسمّه Y تتم صناعته باستخدام مدخلات أحدها هو رأس المال K ومدخلات أخرى لا نهتم لها الآن. رأس المال يمكن أن يكون الآلات أو نفطاً قابلاً للنضوب أو مياهاً جوفية أو غيرها من الموارد الأخرى القابلة للنضوب. أي إن $Y = f(K,...)$ حيث f هي دالة الإنتاج أو العلاقة بين مدخلات ومخرجات الإنتاج في هذه العملية الإنتاجية، وتحت الافتراض التبسيطي فإن رأس المال K لا يتم استهلاكه عبر الزمن، يصبح الناتج الحدي لرأس المال Marginal Product of Capital (MPK) هو:

$$\frac{dY}{dk} = MPK = f(K+1,.....) - f(K,....)$$

فإذا كان سعر بيع المنتج Y هو P ، فإن ربح رأس المال المستثمر في هذا المنتج هو سعر المنتج مضروباً في الناتج الحدي لرأس المال $(P \cdot MPK)$ لكل مدة زمنية مستقبلاً.

والآن لنفترض أن تكلفة الوحدة الواحدة من رأس المال المستثمر في إنتاج هذا المنتج K هي c. ومعنى ذلك أن رأس المال يمكن اقتراضه بتكلفة معدل الخصم r ، وأن rc من الوحدات النقدية ستكون تكلفة الوحدة من رأس المال عند نهاية كل عام، وعليه فإن:

$$rc = P \cdot MPK$$

أي إن ربح رأس المال المستثمر في المنتج Y = تكلفة رأس المال في نهاية العام، وعليه يمكن استنتاج أن:

$$r = \frac{P \cdot MPK}{c}$$

وهذه القاعدة السابقة يفترض أن تكون صحيحة (أي: يتم تطبيقها باستمرار) في كل الأعمال والأنشطة التجارية، وهي باختصار تقول إن تكلفة رأس المال r يجب أن تساوي القيمة الحدية لناتج رأس المال ($P \cdot MPK$) مقسوماً على تكلفة الوحدة من رأس المال المستخدم c.

والسؤال الذي يطرح نفسه هنا هو، هل من الواجب على كل وحدات المجتمع (قطاع عام وخاص) استخدام هذه القاعدة السعرية نفسها لتحديد تكلفة رأس المال؟ وهل يجب على هذه الوحدات استخدام هذه القاعدة في تحديد مدى جدوى أي مشروع استثماري؟ وهل هذا ينطبق على المشروعات العامة؟ ويرى الكثير من الاقتصاديين أن استخدام هذه القاعدة ضروري للوصول إلى الكفاءة في استغلال الموارد المتاحة لأي وحدة اقتصادية سواء أكانت حكومية أم خاصة.

تمارين الفصل الأول

س1) ما هي خصائص الموارد الطبيعية والبيئية التي تجعلها مختلفة عن السلع العادية؟

س2) ما معنى الحجم الأمثل لاستخدام المورد أو المستوى الأمثل للنضوب والمستوى الأمثل للتلوث؟

س3) ما هي القاعدة التي يتم بموجبها استخدام السلع الاقتصادية؟

س4) ما هو تعريف الموارد الاقتصادية والموارد الطبيعية موضحاً الفرق بينهما؟

س5) ما هو مفهوم ستيجليتز للمورد الطبيعي وأنواعه؟

س6) وضح العبارة الآتية: (إن تكلفة رأس المال يجب أن تساوي القيمة الحالية لناتج رأس المال مقسوماً على تكلفة الوحدة من رأس المال).

س7) من خلال معرفتك لميزان المادة وضح حقيقة فناء المادة أو الموارد.

س8) صنف الموارد حسب وجودها وعمرها الزمني وأصلها.

س9) ما هو تعريف الموارد القابلة للنضوب والموارد المتجددة، وما الفرق بينهما؟

س10) لماذا لا يمكن استخدام القيمة الحالية للمورد القابل للنضوب لاتخاذ قرار باستخدامه في الوقت الحاضر؟

س11) ما هو تعريف معامل الخصم الاجتماعي وأهميته للموارد القابلة للنضوب؟

س12) ما هي أهمية ودور المدى الزمني ومعامل الخصم الاجتماعي في العدالة مع الأجيال القادمة؟

س13) وضح الفرق بين الموارد الاقتصادية وعناصر الإنتاج والموارد الطبيعية والبيئية.

س14) وضح الفرق بين النضوب الجيولوجي والنضوب الاقتصادي.

س15) ما هو شرط تعظيم الربح للمنشأة المستخدمة لمورد ناضب؟

س16) وضح الفرق بين تكلفة إنتاج السلع العادية وسعر المورد القابل للنضوب.

س17) يعتبر اختيار سعر الخصم المناسب من وجهة نظر المجتمع لتقييم المشروعات أو لاستغلال الموارد القابلة للنضوب من المشكلات الدقيقة التي تواجه عملية التقييم، تناول بالشرح أسلوب اختيار سعر الخصم المناسب؟

س18) وضح معنى الندرة للموارد وأثر ذلك على استغلال الموارد بأنواعها؟

مراجع الفصل الأول

- البياتي، عدنان هزاع. 1996م. البيئة والتنمية في الوطن العربي: مشكلات وحلول، دار الثقافة، الدوحة.
- عبد الحميد، عبد المطلب، وآخرون. 2004–2005م. أساسيات في الموارد الاقتصادية. الدار الجامعية، الإسكندرية، جمهورية مصر العربية.
- عبد الله، محمد حامد. 1991م. اقتصاديات الموارد. مطابع جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.
- مقلد، رمضان محمد، وآخرون. 2003م. اقتصاديات الموارد والبيئة. الدار الجامعية، الإسكندرية، جمهورية مصر العربية.
- مندور، أحمد محمد، وآخرون. 1995م. اقتصاديات الموارد والبيئة. مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية، جمهورية مصر العربية.
- Fisher, Anthony. 1981. Resource and Environmental Economics. Cambridge University Press, NewYork, N.Y.
- Hartwick, John and Nancy.D. Olewiler. 1986. The Economics of Natural Resource Use. Harper and Row, NewYork. N.Y.
- Kelman, Steven. 1981. "Cost –Benefit Analysis: An Ethical Critique, Regulation, January/Feburary.
- Lecomber, Richard, 1979. The Economics of Natural Resources. The Macmillan. Press. Ltd, NewYork. N.Y.
- Neher, Philip. 1990. Natural Resource Economics: Conservation and Exploitation.Cambridge University Press, NewYork, N.Y.
- Pearce, David and R.Kerry. Tuner. 1990. Economics of Natural Resources and the Environment. The John Hopkins University Press. Baltimore, Maryland.
- Randall, Alan. 1987. Resource Economics. John Wiley & Sons, Inc. NewYork. N.Y.
- Rima, Ingrid Hahne, 1991. Development of Economic Analysis. Irwin, Inc. Boston,MA.

- Samuelson, Paul and William Nordhaws. 1989. Economics. Mc Graw-Hill Book Company; NewYork. N.Y.
- Stiglitz, J.e. 1979. "A neoclassical Analsis of the Economics of National Resources; in Smith V. Kerry; Baltimore, the Johns Holpkins University Pren.
- Tietenberg, Tom.1992. Environmental and Natural Resource Economics; Third Edition, Harper Collins Publishers, NewYork, NY.

الفصل الثاني

النظام البيئي والتنمية المستدامة

Ecosystem and Sustainable Development

- مقدمة
- النظام البيئي
- التنمية المستدامة
- ظاهرة الاحتباس الحراري
- تمارين الفصل الثاني
- مراجع الفصل الثاني

2–1 مقدمة:

يهدف هذا الفصل إلى استعراض مفهوم النظام البيئي وشرح مبادئه وقنوات تشابكه مع النظام الاقتصادي والاجتماعي، ومظاهر انحدار أو تدهور النظام البيئي في واقعنا المعاصر، وعلاقة ذلك بالتنمية المستدامة أو القابلة للديمومة Sustainable Development. كما يعرض الفصل الجوانب المختلفة لمفهوم التنمية المستدامة، وما يعنيه هذا المصطلح الذي كثر استخدامه مؤخراً في مختلف قضايا التنمية. كما يقدم الفصل قضايا التدهور البيئي التي يتعرض لها النظام البيئي كالتسخين الكوني (الاحتباس الحراري) وتدهور التنوع البيولوجي والتغير المناخي وتآكّل طبقة الأوزون وغيرها، وأهم آثارها الطبيعية والاقتصادية المتوقعة.

2–2 النظام البيئي:

يمكن إطلاق مصطلح نظام على أي ظاهرة سواء أكانت ظاهرة هيكلية أم وظيفية تحتوي على الأقل على جزأين منفصلين، ويكون هناك درجة من التداخل أو الارتباط فيما بينهما. وبشكل عام فإن مصطلح نظام هو مفهوم يطلق على أي موضوع تكون دراسته مجال اهتمام للإنسان سواء أكان هندسياً أو إدارياً أو اجتماعيا أو طبيعياً أو اقتصادياً أو غير ذلك. كما يستخدم مفهوم تحليل النظم ومفهوم محلل النظم، للتعبير عن دراسة الخصائص النمطية وغير النمطية لأي نظام أو منظومة تكون دراستها مجال اهتمام الإنسان، لمعرفة أجزائه وطرق ارتباطها ببعض ونقاط القوة والضعف فيها وطريقة عملها ووسائل وآليات إصلاحها.

ويوجد في حياة الإنسان العادي اليومية العديد من الأنظمة المتنوعة، فهناك نظام تكييف الهواء، ونظام تسخين المياه، ونظام التغذية، وهناك نظام الاحتراق في السيارة وهناك نظام تشغيل الحاسب، وغيرها الكثير التي قد تكون أنظمة هندسية أو إدارية أو اجتماعية أو طبيعية أو اقتصادية. هذه الأنظمة تختلف بحسب أبعادها الزمنية والمكانية والوظيفية، ولا بد من وضع محددات لنطاق النظام مجال اهتمامنا من أجل دراسته.

ما يهمنا هنا هو نظام أكبر من الأنظمة السابقة، إنه نظام الطبيعةEcosystem وكيف يتفاعل الإنسان معه ويؤثر فيه ويتأثر به؟ ولذلك فهو نظام بيئي Ecological، ولكنه أيضاً يحتوي على أبعاد اقتصادية وأخرى اجتماعية. ويمكن تمثيل أو تقديم النظام من خلال أنموذج Model ذي أجزاء مختلفة وارتباطات واضحة. والجدير بالذكر هنا هو أن الأنموذج Model يعد تجريداً أو تعميماً أو تبسيطاً لنظام كبير ومعقد. حيث تعد النمذجة (بناء النماذج) استمراراً لعملية التحليل العلمي وتحليل النظم بأدوات مختلفة؛ ولذلك تعد نماذج النظام البيئي أو الاقتصادي أبسط من النظام البيئي أو الاقتصادي الحقيقي. وأنموذج النظام يحتوي عادة على الخصائص الرئيسة المهمة للنظام الحقيقي بشكل مبسط ومجرد، وعادة لا يحتوي الأنموذج على كل الخصائص وكل التفاصيل، وإلا فإنه لن يكون أنموذجاً بل يكون نظاماً حقيقياً.

والهدف الرئيس من وضع الأنموذج وتطويره بشكل عام هو استخدامه لتحليل التوقعات المستقبلية للنظام الحقيقي، ومدى مناسبته للسياسات المختلفة معه وتأثيرها عليه. ويعد استخدام الأنموذج ضرورياً لفهم آليات عمل الطبيعة، لأن الطبيعة غالباً ما تكون ذات نظام معقد ومتداخل التأثيرات. وعادة ما يتم تطوير وبناء أنموذج النظام البيئي أو الاقتصادي على مراحل اعتماداً على المنهجية المستخدمة في بنائه وتطويره؛ هذه المراحل لتطوير الأنموذج لا تخرج عن أربع مراحل متتابعة بحسب ترتيبها: 1) تطوير أو تحديد النظام الوصفي. 2) تطوير أو توضيح الشكل البياني للأنموذج. 3) تطوير أو تحديد الوصف الرياضي للأنموذج. 4) تطوير أو نمذجة البرمجة الحاسوبية لحل الأنموذج.

وما يهمنا هنا هو ليس النظام البيئي بذاته ولكن تداخله وتفاعلاته مع النظام الاقتصادي والنظام الاجتماعي. فالنظام البيئي (الطبيعي) المحيط بالإنسان يعد المصدر الرئيس لدعم حياة الإنسان على الأرض، فهو يأخذ منه أنواع الموارد التي تدعم وتطور مستوى رفاهيته كافة ، كما يمكن للإنسان من خلال هذا النظام البيئي التخلص من نفاياته ومخلفاته بعد استهلاكه لهذه الموارد أو لمنتجاتها.

ومن الأهمية بمكان أن يعرف الإنسان أن المجتمعات الإنسانية التي يعيش فيها تعتبر جزءاً من مجتمعات أكبر تحتوي بالإضافة إلى هذه المجتمعات الإنسانية مجتمعات أخرى كثيرة منها مجتمعات حية وأخرى غير حية تحيط بها وتدعمها. ولهذا فإن النظام الطبيعي المحيط بالمجتمعات الإنسانية يقوم بوظائف عدة منها:

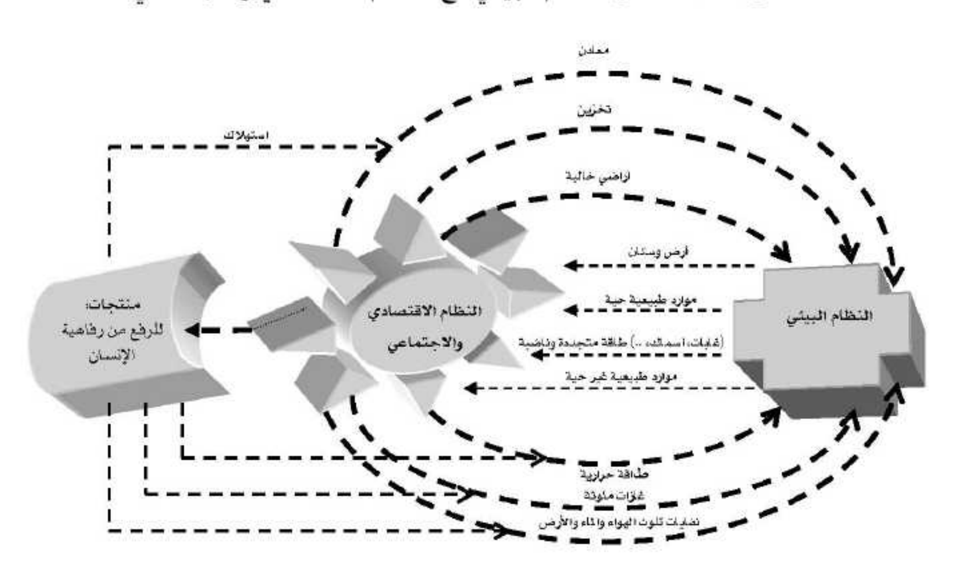
1. تقديم قاعدة من الموارد الطبيعية المتجددة والقابلة للنضوب.
2. تقديم مجموعة من السلع الطبيعية كالمسطحات الخضراء والبحيرات والأنهار والجبال وغيرها مما يتمتع الإنسان بالنظر إليه أو استهلاكه مباشرة.
3. تقديم النظام الطبيعي للإنسان لاستيعاب المخلفات التي ينتجها والتخلص منها.
4. تقديم النظام الطبيعي كنظام لدعم وتطوير حياة الإنسان بشكل عام.

فالكائنات الحية تحتاج إلى حوالي 26 عنصراً كيميائياً لنموها منها (الكربون، الهيدروجين، الأكسجين، وغيرها...) حيث تنتقل هذه العناصر بين المواد الحية والمواد غير الحية في نظام طبيعي معقد.

ويوضح الشكل (2−1) التفاعل التداخلي للنظام الاقتصادي والاجتماعي مع النظام البيئي وإفرازات هذا التداخل النهائية المتمثلة في رفع مستوى رفاهية الإنسان، وتدهور النظام البيئي في حالة عدم الالتزام بمبادئ التنمية المستدامة؛ حيث يوضح المربع الأول من اليمين النظام البيئي الذي يوفر مختلف أنواع الموارد للإنسان ليستغلها في أطار نظامه الاقتصادي والاجتماعي لزيادة رفاهيته ومستوى معيشته. غير أنه يقوم من خلال استغلاله لهذه الموارد ونشاطه الإنتاجي في داخل نظامه الاجتماعي والاقتصادي بالمربع الأوسط بإنتاج ملوثات مصاحبة ومخلفات لا يمكن إعادة استخدامها (تدويرها)، مما يشكل ضغطاً على النظام البيئي. كما أن أنماط الاستهلاك والإنتاج التي يقوم بها الإنسان في إطار نظامه الاقتصادي والاجتماعي تتأثر كثيراً بوعي وثقافة وقيم المجتمع السائدة، وهو يوضح تداخل النظام البيئي مع النظام الاقتصادي والاجتماعي وثقافة وقيم المجتمع بشكل عام.

وهو ما جعل العالم يتحول نحو التركيز على فكرة توفير الرفاهية الاقتصادية والرفع من المستوى المعيشي لأفراد المجتمع مع الحفاظ على النظام البيئي وصيانته كنظام للأجيال الحالية والقادمة أو ما سمي بالتنمية المستدامة أو القابلة للديمومة. وباختصار فإن الاستدامة تعني الالتزام بأن نترك العالم كما استقبلناه؛ أي الالتزام بأن نترك للأجيال القادمة القدرة على أن تكون في مستوى الرفاهية التي نعيشها الأجيال الحالية نفسها، ويوضح الشكل (2–1) التداخل بين النظام البيئي والنظام الاقتصادي والاجتماعي.

الشكل (2–1) تداخل النظام البيئي مع النظام الاقتصادي والاجتماعي



ونلاحظ من الشكل (2–1) أن هناك ثلاثة أطر رئيسة؛ الأول من اليمين يمثل النظام البيئي الذي يحتوي على الأرض بما عليها من موارد طبيعية حية، وغابات وأسماك وموارد متجددة وناضبة، وموارد طبيعية غير حية. كل هذه الموارد الطبيعية سخرها الله سبحانه وتعالى للإنسان الذي يعيش على هذه الأرض ليعمرها، فهو يدخلها في نظامه الاقتصادي والاجتماعي.

الإطار الثاني من اليمين هو النظام الاقتصادي والاجتماعي الذي يتداخل فيه الإنسان مع الموارد التي يمكن الحصول عليها من النظام البيئي فينتج المنتجات (سلع وخدمات) التي يحتاجها للرفع من مستواه المعيشي في الإطار الثالث الذي يؤدي

إلى رفع مستوى رفاهيته. غير أن الإنسان من خلال أنشطته المختلفة في نظامه الاقتصادي والاجتماعي ينتج طاقة حرارية وغازات ملوثة ونفايات ومخلفات تلوث الهواء والماء والأرض وتعود إلى النظام البيئي لاستيعابها بصرف النظر عن الآثار السلبية الحاصلة له. كما أن الإنسان ومن خلال أنشطته يرجع مخلفات المعادن غير المتحللة أو المستهلكة والأرض الخالية إلى النظام البيئي في الوقت نفسه الذي يقوم فيه الإنسان باستخدام النظام البيئي لتخزين رأس ماله. كما أن استهلاك السلع والخدمات المنتجة من النظام الاقتصادي والاجتماعي الذي يتم من أجل رفع رفاهية الإنسان يؤدي إلى زيادة الطاقة الحرارية والغازات والنفايات الملوثة للهواء والماء والأرض في النظام البيئي. ويوضح الشكل (2–1) الخطوط العريضة للتداخل بين الأنظمة الثلاثة مع أنشطة الإنسان في حياته اليومية بما فيها من إيجابيات وسلبيات.

وتعد مصادر الطاقة الأحفورية Fossil Fuels من الموارد الموجودة المحددة في النظام البيئي التي يستغلها الإنسان لتحسين مستواه المعيشي، وتتبع النظرة التشاؤمية عن مستقبل الطاقة الأحفورية تاريخياً من آراء المفكر الكلاسيكي توماس مالتوس (1798) Thomas Malthus الذي أوضح أن عدد السكان على الأرض ينمو بمتوالية هندسية 1، 2، 4، 8، ....، مقابل نمو الإنتاج الزراعي بمتوالية عددية 1، 2، 3، 4، 5، ...، وأن هذه المفارقة بين النمو بمتوالية هندسية والنمو بمتوالية عددية ستؤدي إلى كارثة نظراً لحتمية حدوث اختلال توازني بين حجم السكان وكمية الغذاء. هذه النظرية التشاؤمية لم تأخذ في حسبانها التطور والنمو الممكنين من خلال تطور العلوم والتقنية في استغلال الموارد المتاحة. وهي النظرة نفسها التي أدت إلى ظهور آراء في الخمسينيات الميلادية تقول بأن احتياطي العالم من الحديد الخام سيمتد فقط لـ 20 سنة قادمة، وأن هذا سيؤدي إلى وقوف عجلة التنمية الاقتصادية في العالم خاصة أوروبا. ومع ظهور أزمة الطاقة في أوائل السبعينيات الميلادية، عادت هذه الفكرة نفسها لتظهر ولتحذر العالم من أن مصادر الطاقة الأحفورية خاصة النفط سوف تنفد وأن عجلة التنمية الاقتصادية في العالم ستتوقف من جديد؛ رامية بعرض الحائط أي احتمال لاكتشافات جديدة لهذه المصادر على الأرض أو للتطور العلمي والتقني لزيادة كفاءة استغلال هذه الموارد. كما تفترض هذه النظرة التشاؤمية عدم مقدرة الإنسان على اكتشاف موارد أخرى

يستطيع أن يستغلها بطرق جديدة لسد احتياجاته، كما استطاع من قبل اكتشاف النفط أو غيره من الموارد وإدخالها في نطاق استغلاله الاقتصادي. فالطبيعة مليئة بالموارد التي لم يهتد الإنسان بعد إلى اكتشاف طرق للاستفادة منها وإدخالها في دائرة الاستغلال الاقتصادي، كطاقة الأرض الكامنة وطاقة المد والجزر وغيرهما.

2–3 التنمية المستدامة:

منذ أن نزل الإنسان إلى الأرض وهو يواجه مشكلة البقاء كفرد وكعضو في مجتمع، ولكنه استمر في البقاء وهو ما يدلل على قدرته وخياله في اكتشاف وتطويع وتسخير كل ما حوله للبقاء. فقد اكتشف بذور النباتات التي تصلح للزراعة والأرض الصالحة للزراعة وطور استغلالها، وطوع معادن لا يعرفها على سطح الأرض لتسهل مهمته وبقاءه، كما استطاع أن يطور تعاونه إدارياً في مجتمعه وبيئته لكي ينظم ويطور حياته ومستقبله في مجتمعات مدنية. وقد يكون العمل الجماعي والتعاون هو أهم عنصر ساعده على هذا الإنجاز. ومعروف في النظرية الاقتصادية أن تعاون الإنسان مع أخيه الإنسان وعمله في وسط مجتمعه بطريقة منظمة نابع من مصلحته الذاتية التي تدفعه إلى تحقيق ذاتيته والرفع من مستوى رفاهيته، وهو ما يؤدي إجمالاً إلى رفع رفاهية المجتمع ككل.

هذه المصلحة الذاتية أو اليد الخفية التي تحدث عنها آدم سميث (1776م) في إطار نظام السوق هي التي توجهه وتعطيه الدافع، وبذلك تسهم في رفع رفاهية مجتمعه وبيئته. ولقد حدد سميث في كتابه ثروة الأمم (1776م) هذه الطبيعة الإنسانية فيما أسماه باليد الخفية، حيث إن المصلحة الذاتية للفرد تقوم بدور القوة المحركة التي توجه الناس إلى أي عمل يريد المجتمع أن يدفع ثمنه؛ كما حدد أن السوق قادر على تنظيم نفسه وحماية هذه المصلحة الذاتية؛ وهو بهذا يشير إلى قوانين العرض والطلب وآليات تداخلها الديناميكي لتصحيح الأزمات العارضة. غير أن هذه النظرة التفاؤلية لحل الأزمات الاقتصادية وسلوك المجتمع تغيرت. فالقس مالتس (1798م) كان قد وصل إلى نظرة تشاؤمية عن النمو السكاني في العالم.

العالم القاتم الذي رسمه القس مالتس في عام 1798م حين كتب مقالاً دون اسم يذكر فيه أن التكاثر حتماً يدفع البشرية إلى هاوية الوجود. وتبعه ديفيد

ريكاردو في عام 1815م الذي كتب (إن مصلحة ملاك الأراضي تتعارض دائماً مع مصلحة كل طبقة أخرى في المجتمع) مما سيؤدي إلى صراع داخلي في المجتمع.

وتعد التنمية المستدامة Sustainable Development أو التنمية القابلة للديمومة منهجاً تخطيطياً ومفهوماً فلسفياً مهماً يتكون من مجموعة من المبادئ التي يسترشد بها في توجيه التنمية الاقتصادية والإدارة البيئية، ومع كونها توجّه أو مجموعه مبادئ فإن لها الكثير من الدلالات والتطبيقات في جميع جوانب الحياة، ولذلك فهي تعتبر مفهوماً ومنهجاً تخطيطياً يتصل بالعديد من فروع المعرفة كالاقتصاد والهندسة والإدارة والعلوم وغيرها.

وهدف التنمية المستدامة أو القابلة للديمومة هو توفير الرفاهية الاقتصادية للجيل الحالي والأجيال القادمة دون أن يأخذ جيل حقوق الجيل الآخر، مع الحفاظ على البيئة وصيانتها وحفظ نظم دعم الحياة التي توفرها للجيل الحالي وللأجيال القادمة. ويعد عام 1992م الذي عقد فيه مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة والتنمية الذي عقد في ريودي جانيرو بالبرازيل الذي صدرت منه ما سمي بـ (وثيقة الأرض 21) أو (أجندة القرن 21) بداية الاهتمام العالمي الرسمي والشعبي بالبيئة وبمفاهيم التنمية المستدامة. وقد أخذ مفهوم التنمية المستدامة اهتماماً دولياً كبيراً في مؤتمر الأمم المتحدة للتنمية والبيئة عام 1992م في ريودي جانيرو، بتبني ما سمي بوثيقة جدول أعمال القرن 21 (أجندة القرن 21)، وتواصل هذا الاهتمام إلى مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة الذي عقد في جوهانزبرج بجنوب أفريقيا في سبتمبر 2002م، الذي كان من أهدافه تقويم التقدم المنجز في تنفيذ جدول أعمال القرن 21 (أجندة القرن 21) واستعراض التحديات والفرص التي يمكن أن تؤثر في إمكانات تحقيق التنمية المستدامة؛ واقتراح الإجراءات المطلوب اتخاذها والترتيبات المؤسسية والمالية اللازمة لتنفيذها؛ وتحديد سبل دعم البناء المؤسسي اللازم على المستويات الوطنية والإقليمية والدولية. وقد عرف (تقرير بروندتلاند Brundtland Report، 1987م، لجنة البيئة والتنمية World Commission On Environment and Development) التنمية المستدامة بأنها "التنمية التي تلبي احتياجات الجيل الحالي دون التفريط في مقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها".

ويتكون مصطلح التنمية المستدامة من كلمتين: الأولى تنمية ولا يوجد تعريف لها متفق عليه من قبل الجميع، حيث إنه يعتمد على الغايات الاجتماعية المختلفة التي ترسمها قيادات المجتمع أو جهاز التخطيط فيه، ونرى أن التنمية تمثل متجهاً رياضياً D Vector يحتوي على عدد من الأهداف الاجتماعية المختلفة، وبمعنى آخر فإنها تمثل قائمة من الأهداف التي يحاول المجتمع تحقيقها أو تعظيمها ومنها على سبيل المثال لا الحصر:

1. تحقيق نمو حقيقي في متوسط دخل الفرد.
2. تحسين مستوى الصحة لكل السكان.
3. تحسين مستوى التغذية للسكان.
4. تحسين المستوى التعليمي للسكان.
5. تحسين قدرة حصول السكان على الموارد Access to Resources.
6. تحسين مستوى توزيع الدخل بشكل أكثر عدالة.
7. توسيع دائرة المشاركة للمواطنين في القرارات العامة.

ويكون كل هدف من هذه الأهداف عنصراً في المتجه D ، ولذلك فإنه لا يوجد مؤشر واحد فقط للتنمية الشاملة بل هناك عدد من المؤشرات. بينما تعني كلمة مستدامة الحالة التي يؤول إليها المتجه الرياضي للنمو أو الزيادة بشرط أنه متجه موجب لا يتناقص أو ينخفض عبر الزمن.

ولكن هذا التعريف لا يخلو من نقاط الضعف. فهو مثلاً يفترض استخدام زمن لا نهائي، أي إن الهدف هو تحقيق تنمية لا نهائية. بينما المخططون التطبيقيون لا بد أن يحددوا مدة زمنية لأهدافهم. كما أن التعريف السابق لا يحدد معدل تغير المتجه D عبر الزمن، لكن التعريف يحدد اتجاه التغير عبر الزمن حيث يجب أن يكون اتجاه التغير موجباً لكل عناصر المتجه D في كل حقبة من الحقب (وهو ما يطلق عليه بشرط التنمية المستدامة القوي Strong Condition).

بينما إذا كان الشرط أن يكون الاتجاه لتغير D عبر الزمن $\frac{d\vec{D}}{dt}$ موجباً، فإن هذا يعني أن حصيلة التنمية موجبة لمجموع عناصر المتجه D عبر المدى الزمني التخطيطي، وليس بالضرورة في كل مدة زمنية وهو ما يطلق عليه بشرط التنمية المستدامة الضعيف Weak Condition. ومن المفيد هنا أن نعرف أن التنمية المستدامة حسب الشرط الضعيف تعني أن معدل التغير للتنمية عبر الزمن يكون موجباً بشكل عام خلال زمن محدد مناسب.

والسؤال هنا: ما هو المدى الزمني المناسب Time Horizon الذي يتم اختياره لتحقيق أهداف التنمية المستدامة؟ إن الإجابة على هذا التساؤل تعتمد على قيم وأخلاقيات كل مجتمع؛ وبشكل عام، يجب أن يكون اختيار المدى الزمني أخلاقياً من ناحية نظرتنا للأجيال القادمة وقابلاً للحساب وفي الوقت نفسه القياس عملياً.

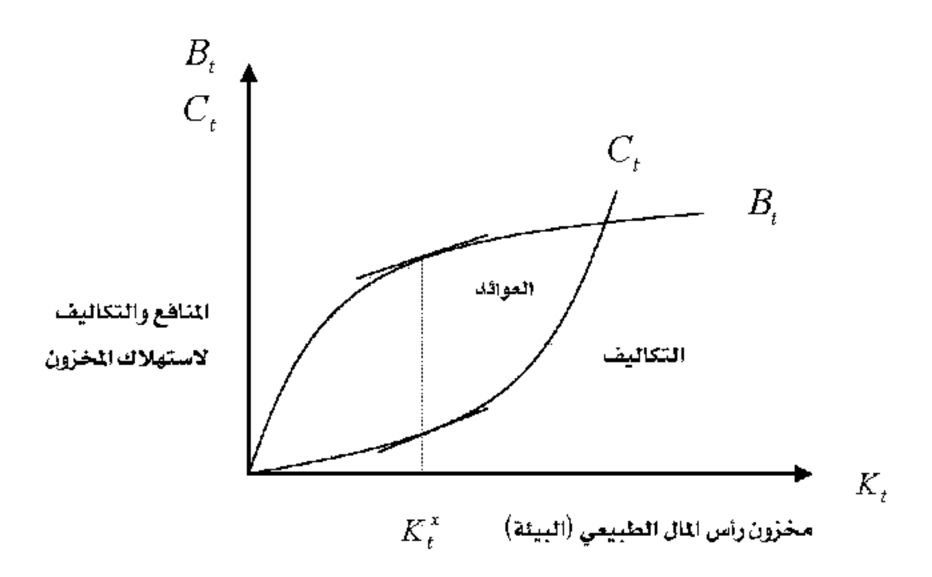
يلاحظ هنا أن الجماعات البيئية تنظر إلى أن تحديد المدى الزمني Time Horizon للتنمية يعد عملاً غير أخلاقي حيث إنه لا يأخذ في الحسبان أي منفعة للأجيال التي تكون موجودة بعد الفترة الزمنية (المدى الزمني) للتخطيط، مما يشكل ظلماً للأجيال القادمة. كما أنها تنظر إلى أن أي استخدام لمعدل خصم موجب للمنافع المستقبلية، يعد أيضاً عملاً غير أخلاقي، حيث إنه كلما زادت الفترة الزمنية للتخطيط في وجود معدل خصم موجب حتى ولو كان منخفضاً، فإن القيمة الحالية للمنافع البعيدة زمنياً سوف تقترب قيمتها من الصفر، وبذلك يكون لا قيمة لهذه المنافع في اتخاذ القرار الحالي، مما يشكل ظلماً للأجيال القادمة في ديناميكية توزيع الموارد المتاحة للمجتمع حالياً.

2–3–1 ثبات مخزون رأس المال الطبيعي:

يعد ثبات مخزون رأس المال على الأقل شرطاً ضرورياً للتنمية المستدامة: أي إن الجيل الحالي يترك للأجيال القادمة مخزون رأس المال نفسه الذي تُرك له من قبل الأجيال السابقة أو أفضل منه مع الأخذ في الاعتبار معدل الاستهلاك السنوي لرأس المال.

إذا عرفنا أن زيادة مخزون رأس المال الحالي في مفهومه العريض يعد هدفاً تنموياً لأي مجتمع وأنه يعتمد على استهلاك موارد النظام البيئي الذي يمثل رأس المال الطبيعي للمجتمع، وأن هناك عوائد موجبة متحصلة من المحافظة على موارد النظام البيئي (رأس المال الطبيعي)، في نفس الوقت يؤدي استهلاك هذا المخزون من رأس المال إلى منافع للمجتمع، فيمكن في هذه الحالة رسم هذه العلاقة بين مخزون رأس المال في المدة الحالية K_t وبين المنافع الحالية الحاصلة من استهلاك هذه الموارد B_t والتكاليف الحالية الناتجة C_t لاستغلال موارد النظام البيئي أو المحافظة عليها.

الشكل (2-2) منافع وتكاليف استغلال رأس المال الطبيعي



وبذلك تصبح النقطة التي يتساوى فيها ميل منحنى التكاليف لاستهلاك مخزون رأس المال الطبيعي C_t مع ميل منحنى المنافع لاستهلاك مخزون رأس المال الطبيعي B_t هي النقطة المثلى لحجم مخزون رأس المال K_t^x ؛ حيث إنه بعد هذه النقطة إلى اليمين يزيد ميل منحنى التكاليف على ميل منحنى المنافع أي أن:

$$\frac{dB_t}{dt} < \frac{dC_t}{dt}$$

أي إن الميل الحدي لتكاليف استغلال المورد أكبر من الميل الحدي للمنافع من استهلاك مخزون رأس المال الطبيعي، وهو بطريقة مباشرة أيضاً يحدد أن هناك حجماً أمثل لاستهلاك موارد النظام البيئي أو أن هناك حجماً أمثل لمضار أو تكاليف استهلاك موارد النظام البيئي.

هناك عدد من المبررات الأخلاقية والمستقبلية التي تعتبر دليلاً لوجوب استهلاك أو استغلال الموارد الطبيعية بحيث تحقق ثبات حجم مخزون رأس المال على أقل تقدير منها:

1. أهمية تحقيق العدالة الاقتصادية والاجتماعية بين الأجيال المختلفة.
2. أهمية المحافظة على النظام البيئي.
3. مخاطر استخدام موارد أكثر لعدم معرفة الإنسان حالياً بالمساوئ المرافقة لذلك مستقبلاً.
4. أهمية تحقيق الكفاءة الاقتصادية.

تحدثنا عن أهمية ثبات مخزون رأس المال وأهمية ذلك للمجتمعات، فما هو المقصود بذلك؟ هناك العديد من التفسيرات لذلك؛ أحدها: أنه يعني ثبات المخزون العيني لرأس المال، وهذا يعد ممكناً عندما يتم تطبيق هذا المفهوم على الموارد المتجددة، ولكن عندما يتم تطبيقه على الموارد القابلة للنضوب فإنه يصبح غير ممكن، حيث إن أي معدل موجب لاستخراج أو استهلاك المورد القابل للنضوب ينافي هذا المفهوم. ولهذا فإن المفهوم الأكثر منطقية من الناحية الاقتصادية هو ثبات القيمة الحالية لمخزون رأس المال، سواء أكان مورداً طبيعياً أو رأس مال من صنع الإنسان؛ حيث إن هذا يسمح لمستوى مخزون المورد القابل للنضوب بالانخفاض عبر الزمن، ولكن يجب أن توجه قيمة هذا المخزون في استثمارات أو رأس مال للأجيال القادمة بالقيمة الاقتصادية نفسها للمخزون على الأقل. ومن الواضح هنا أن مفهوم ثبات قيمة مخزون رأس المال يعتمد بشكل رئيس على سعر المورد وتكلفة رأس المال.

في ضوء هذا المفهوم لثبات قيمة مخزون رأس المال (المورد) فإن مخزون النفط مثلاً عندما يتم استخراجه وبيعه، فإن قيمته يجب أن توجه إلى استثمارات رأسمالية منتجة توازي قيمتها الإيراد المحصل من بيع النفط على الأقل. وبذلك يتم تأمين الأجيال القادمة بمخزون رأس مال مماثل لما تسلمه الجيل الحالي من الجيل السابق على الأقل.

2-3-2 تحقيق العدالة بين الأجيال:

كما لاحظنا فإن مفهوم العدالة بين الأجيال Intergenerational Equity يعتبر أحد جوانب العدالة التي يحاول مفهوم ثبات قيمة مخزون رأس المال المحافظة عليها وتحقيقها بين الأجيال. وهو مفهوم صعب التحقيق، ولكنه مع ذلك يتوافق مع مبادئ العدالة الاجتماعية. أما صعوبة تحقيقه، فنجد مثلاً أن المجتمعات التي تعتمد على الحطب كمصدر للطاقة تدمر الغابات لديها، وكذلك فإن تلك التي تعتمد على النفط لا تتمكن من تحقيق استثمارات توازي قيمتها قيمة المورد المستخرج، لأن كثيراً من هذه القيمة يذهب إلى الاستهلاك، أو يضيع بسبب انخفاض كفاءة الاستثمارات البديلة التي تم توظيف قيمة المورد المستغل فيها. كما أن العدالة بين الأجيال من وجهة نظر الجماعات البيئية تؤكد على عدم وضع مدى زمني لاستغلال المورد أو للأجيال المستفيدة وعلى عدم استخدام الخصم للمنافع المستقبلية، لأن كلا الإجرائين يؤديان إلى استغلال أكبر وأسرع للموارد وإلى إسقاط حق الأجيال القادمة في هذا المورد.

2-4 ظاهرة الاحتباس الحراري:

ظاهرة الاحتباس الحراري Global Warming ويطلق عليها أيضاً ظاهرة غازات الدفيئة أو التسخين الكوني، وهي ظاهرة كونية مفادها أن متوسط درجة الحرارة على الأرض يرتفع تدريجياً. لقد حبا الله سبحانه وتعالى الأرض نظام بيت محمي طبيعي حولها يحافظ على متوسط درجة حرارة الأرض لتكون حوالي ($15.5C^o$) أو ($60F^o$) لتبقى صالحة للحياة. ولكن زيادة انبعاث ما أطلق عليه بغازات البيت الزجاجي (ثاني أكسيد الكربون CO_2، الميثان، وأكسيد النترات NO وبخار الماء) تقوم بحبس الحرارة حول الأرض وبذلك تساعد على تسخين سطح الأرض.

ويتم ذلك من خلال طريقة طبيعية معقدة تعتمد في أساسها على زيادة درجة تركز غازات البيت الزجاجي في النظام البيئي. حيث يعتقد أن درجة تركز هذه الغازات بعد الثورة الصناعية في القرن العشرين الماضي قد زادت بشكل كبير وخطير على النظام البيئي للأرض. فيعتقد أن تركز غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 زاد بنسبة 30% ، بينما زاد تركز الميثان بنسبة 100% ، كما زاد تركز أكسيد النترات NO بنسبة 15%. ومعروف أن هذه الغازات تبقى في النظام البيئي لمدد طويلة قد تصل إلى قرون.

وتتلخص فكرة الاحتباس الحراري في أن درجات الحرارة المسجلة خلال القرن الفائت تدل على أن متوسط درجة حرارة سطح الأرض قد ارتفعت بمقدار يتراوح بين $\left(0.45-0.6C^{o}\right)$ درجة مئوية أو $\left(0.8-1.0F^{o}\right)$ درجة فهرنهيت خلال القرن. كما أن هناك شبه اتفاق بين العلماء على أن مضاعفة حجم غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 الناتج من النشاط الإنساني في الجو المحيط بالأرض سيؤدي إلى ارتفاع متوسط درجة حرارة سطح الأرض بمقدار يتراوح بين $\left(1.5-4.5C^{o}\right)$ درجة مئوية أو $\left(3-8F^{o}\right)$ درجة فهرنهيت. كما أن هناك دراسات تفيد بأن هذا الارتفاع في درجة الحرارة سيحدث بشكل أسرع على سطح اليابسة منه على سطح البحر، وأن هناك عدداً من الآثار والظواهر المصاحبة للاحتباس الحراري حول الأرض.

2-4-1 الظواهر المصاحبة للتسخين الكوني:

توضح الدراسات الخاصة بالتسخين الكوني أن هناك عدداً من الظواهر التي ظهرت أو ستظهر مستقبلاً على الأرض نتيجة لهذه الظاهرة من أهمها:

1- زيادة سقوط الأمطار:

ازدادت معدلات نزول المطر في المتوسط على سطح الأرض، بحيث زادت النسبة بحوالي 1٪ خلال القرن الفائت. كما أن المناطق الواقعة على خطوط عرض مرتفعة يتوقع لها أن تشهد كميات أكبر من الأمطار، بينما تنخفض نسبة الأمطار في المناطق الاستوائية.

2– ارتفاع مستوى مياه البحر:

يؤدي ارتفاع متوسط درجة الحرارة على كوكب الأرض إلى تمدد المياه في المحيطات ومن ثم إلى ارتفاع مستوى مياه سطح البحر، كما يؤدي أيضاً إلى ذوبان أجزاء من الجبال الثلجية خاصة في القطبين الشمالي والجنوبي وتحويلها إلى ماء، مما يزيد من ارتفاع مياه سطح البحر. ويرى العلماء أن متوسط مستوى مياه سطح البحر على الأرض قد ارتفع حوالي (15–20سم) أو (6–8 بوصة) خلال القرن الفائت. واستمرار هذا الارتفاع سيؤدي إلى انجراف بعض المدن والمناطق الساحلية في عدد من الدول الساحلية.

3– ارتفاع درجة الحرارة:

توضح الدراسات الخاصة بالتسخين الكوني أن متوسط درجة حرارة الأرض قد ارتفع وأنه سيستمر في الارتفاع، وتعتمد درجة حرارة الأرض على:

أ) كمية أشعة الشمس الواصلة إليها.

ب) كمية أشعة الشمس التي يتم عكسها إلى الفضاء.

ت) مستوى الحرارة التي يحبسها الغلاف الجوي حول الأرض.

4– الآثار على المناخ والكائنات الحية:

يعتقد العلماء أن زيادة درجة حرارة سطح الأرض بدرجة واحدة سيؤدي إلى انزحاف مناطق الحرارة بمسافة 100 ميل إلى الشمال أو خمسمائة قدم في الارتفاع عن سطح البحر مما يؤدي إلى آثار بيئية سلبية كثيرة. من هذه الآثار عجز كثير من الحيوانات والطيور والأشجار عن الهجرة بسرعة كافية لتجد منطقة بيئية مناسبة لها مما سيؤدي إلى انقراضها. بينما سيؤدي ارتفاع 3 درجات مئوية في حرارة سطح الأرض إلى تهديد 7–11٪ من الكائنات الحية الموجودة في شمال أمريكا، وإلى هلاك 1.7–2.3 مليون هكتار من أسماك مياه المناطق الباردة بحلول عام 2060م. كما سيؤدي ارتفاع متوسط درجة حرارة سطح الأرض إلى بيئة أكثر مناسبة بدرجة أكبر لانتقال البعوض وتوالده مما قد يؤدي إلى وجود مناخ مناسب لانتشار الملاريا وغيرها من الأمراض.

لقد أدت زيادة الاهتمام العالمي بظاهرة الاحتباس الحراري إلى مطالبة الكثير من الدول والجماعات، خاصة الجماعات البيئية بوجوب خفض مستوى الغازات الدفيئة على الأرض. في هذا السياق عقدت قمة كيوتو Kyoto في اليابان لخفض مستوى غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 على الأرض، كمسبب رئيس لهذه الظاهرة، وكان الاقتراح المطروح هو خفض استخدام مصادر الطاقة الأحفورية والتي أهمها النفط والفحم إلى مناسيب محددة زمنياً تمثل أهدافاً إلزامية للدول. غير أن هذا المقترح اعتبر من قبل دول الأوبك والدول المصدرة للنفط تحيزاً ضد النفط من جهة؛ يضاف إلى أن ما سمي بضريبة الكربون Carbon Tax التي طبقتها بعض الدول الأوروبية للتمييز ضد النفط – مع وجود مسببات للغازات الدفيئة أكثر تلويثاً من النفط كالفحم الحجري – مازالت تستخدم وبشكل واسع في هذه الدول. وفي الوقت نفسه وقفت بعض الدول المتقدمة خاصة الولايات المتحدة الأمريكية في وجه مقترحات مؤتمر كيوتو ومؤتمر التنمية المستدامة في جوهانسبرج بجنوب إفريقيا؛ لأن تكاليف العمل بهذه المقترحات اقتصادياً ستكون باهظة. وذلك لأن أمريكا مثلاً تشكل مصادر الطاقة الأحفورية فيها 92.4٪ من مصادر استهلاك الطاقة، مما سيؤثر على معدلات النمو الاقتصادي فيما لو تم تخفيض معدلات الطاقة المستهلكة الأحفورية كمصدر للطاقة هناك. بل إن بعض الباحثين وجد أن ذلك سيكلف الولايات المتحدة الأمريكية ما يصل إلى 4–3٪ من إجمالي ناتجها المحلي.

وتوضح بعض الدراسات أن بعض البلدان تنتظر معدل احتباس حراري أكثر من غيرها ربما يصل إلى ضعفي البلدان الأخرى؛ وربما قد تكون الدول الأكثر عرضة لخطر الاحتباس الحراري وتضرراً منه هي البلدان التي تنتج الأقل من هذه الغازات الملوثة للجو، وهي الآن في حاجة إلى استخدام هذه المصادر للطاقة للدفع بعجلة التنمية الاقتصادية لديها. كما أن دولاً تمتد من كازخستان في آسيا الوسطى إلى السعودية ستكون الأكثر تأثراً بهذه الظاهرة حيث يتوقع أن يصل ارتفاع الحرارة فيها إلى 5 درجات مئوية في عام 2060م، ولا شك في أن هذه الدول تحتاج للطاقة للدفع بعجلة التنمية الاقتصادية فيها، في الوقت نفسه الذي لم تتسبب هذه الدول بهذا التلوث الكوني، كما لم يتسبب النفط بكل هذه النسبة لكي يستهدف بهذه السياسات، كما أن دولاً أخرى يوجد لديها مساحات شاسعة من

الغابـات الـتي تـسهم في تنقيـة أجـواء الأرض الـتي لم تتـسبب هـي في تلويثهـا بنـسبة مساحتها الجغرافية نفسها من الأرض تطالب بأن يكون لإبقائها على هذه المساحات من الغابات التي لها عائد على الأرض تكاليف من قبل الدول الـتي أسهمت بنصيب أكبر من مساحتها في تلويث الغلاف الجوي للأرض.

تمارين الفصل الثاني

س1) ما هو المقصود بالنظام البيئي؟ وما طبيعة تداخلة مع النظام الاجتماعي والاقتصادي؟

س2) ما هو الأنموذج؟ وكيف يتم تكوينه؟

س3) ما هو المقصود بالتنمية المستدامة؟

س4) ما هي أهداف التنمية المستدامة؟

س5) ما هو الفرق بين الشرط الضعيف للتنمية المستدامة والشرط القوي للتنمية المستدامة؟

س6) ما هو المقصود بمخزون رأس المال في التنمية المستدامة؟ وعلامَ يعتمد هذا المفهوم؟

س7) ما هو مفهوم العدالة بين الأجيال في إطار التنمية المستدامة؟

س8) ما هي ظاهرة الاحتباس الحراري؟ وما أهم آثارها المتوقعة؟

س9) ما هي أنواع الريع للمورد القابل للنضوب؟

س10) تطالب بعض الدول بأن تكافأ على إبقائها على مساحات من أراضيها في شكل غابات تنقي أجواء الأرض من قبل الدول التي قامت بتلويث أجواء الأرض بنسب أكبر من مساحتها، وضح أهمية ذلك في العدالة بين الدول وعلاقة ذلك بالتنمية المستدامة.

س11) هل يتناسب توزيع الآثار السلبية للاحتباس الحراري طردياً مع الآثار الإيجابية المسببة لذلك لكل دولة ولماذا؟ وما هي رؤيتك حول ذلك؟

مراجع الفصل الثاني

- أبو الفتح، حسين علي. 1991م. علم البيئة. جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.
- البياتي، عدنان هزاع. 1996م.البيئة والتنمية في الوطن العربي: مشكلات وحلول، دار الثقافة، الدوحه.
- الحسن، محمد إبراهيم، وأخرون. 1988م. ملوثات البيئة: أضرارها، مصادرها وطرق مكافحتها. مكتبة الخريجي، الرياض، المملكة العربية السعودية.
- المنيف، ماجد عبدالله، البيئة العالمية والتغير المناخي وآثارها الاقتصادية، مجلة العلوم الاجتماعية، مجلد 25، عدد 4، 1997م.
- عبدالله، محمد حامد، تحليل اقتصادي لبعض المشاكل الاجتماعية المرتبطة بالتنمية الاقتصادية في الدول النامية، مجلة العلوم الاجتماعية، مجلد 22. عدد 1، 2، 1994م.
- موسي، على حسن. 1986م. التغيرات المناخية، دار الفكر، دمشق، سوريا.

- Brown, Lester. 2001. Eco–Economy: Building an Economy for the Earth. W.W. Notron. & Co. London. U.K.
- Callan, Scott and Janet Thomas. 2000. Environmental Economics and Management: Theory, Policy, and Applications. The lrwin; Inc. Boston., MA.
- Chichlnsiky, Garciela, 1993. "Sustainable Development and Social Choice; "Columbia University, New York.
- Hanley, Nick and Jason Shogrenard Ben White.1997. Environmental Economics: In Theory and Practice. Oxford University press, Oxford,U.K.
- Hodge, Ian. 1995. Environmental Economics. St. Martin's Press, NewYork,N.y.
- Krutilla, John V. 1967. "Conservation Reconsidered" American Economic Review. Vol 57, No. 4. September.
- Lave, Lester. (1988). "the Green Home Effect: What Government Actions are Needed? Journal of Policy Analsis and Management 7

- Pearce, david and Edward Barbier and Anil Markandya. 1990. Sustainable Development: Economics and Environment in the Third World. Earthscan Publication Ltd., London. U.K.
- Solow, R. M. 1992. An Almost Practical Step Toward Sustainability. Resources for the Future Washington, D.C.
- Solow, Robert, 1991 "Sustainability: An Economics Perspective, "MIT University, 18th J. Seward. Johnson Lecture, June 14.
- Turner, R. Kerry and Daivid Pearce and Ian Bateman. 1993. Environmental Economics: An Elementary Introduction. The John Hopkins University Press.Baltimore, Maryland.
- Turner, R. Kerry. 1993. Sustainable Environmental Economics and Management. John Wiley & Sons. NewYork. N.Y.
- Van Den Bergh, J. C. J. M, 1993. " A Framework for Modeling Economy– Environment– Development RelationShips Based of Dynamic Carrying Capacity and Sustainable Development Feedback; Environmental and Desource Economics, Vol.3, No. 4.

الفصل الثالث

الموارد القابلة للنضوب

Exhaustible Resources

- مقدمة.
- موارد الطاقة.
- المخزون ومعدل الاستخراج والمخزون المتبقي.
- الهدف الاجتماعي من استغلال الموارد.
- أنموذج هوتلينج لمدتين.
- حالة التكاليف المتزايدة والمدى الزمني.
- حالة وجود بديل تقني للمورد الناضب.
- استخراج المورد لثلاث فترات وأكثر.
- تمارين الفصل الثالث.
- مراجع الفصل الثالث.

3–1 مقدمة:

يهدف هذا الفصل إلى توضيح الإطار الاقتصادي لتحليل الموارد القابلة للنضوب، ويقدم بعض التعاريف ذات العلاقة بمكونات التحليل الاقتصادي للموارد القابلة للنضوب كالمخزون الابتدائي والمخزون الحالي ومعدل الاستخراج أو الاستخراج وتكلفة الاستخراج. كما يحاول الإجابة على الاستفسارات الآتية الخاصة باستغلال الموارد القابلة للنضوب:

1. أنستخرج المورد أم لا؟
2. ما هي الكميات التي من الأمثل أن يتم استخراجها؟
3. متى نقوم باستخراج هذه الكميات من المورد؟
4. ما هي تكلفة الفرصة البديلة لاستغلال المورد الآن مقارنة مع حقب زمنية في المستقبل؟

كما يقدم الفصل أمثلة للموارد القابلة للنضوب كالبترول والغاز الطبيعي، ويقدم منهجية نمذجة استغلال الموارد القابلة للنضوب رياضياً أو ما أطلق عليه أنموذج هوتلنج ومن ثم طريقة حلها وحساب الحل الأمثل لاستغلال المورد في حالة حقبتين زمنيتين أو أكثر من ذلك.

كما يقوم الفصل بشرح فروض أنموذج هوتلنج وتوضيح معناها اقتصادياً وكذلك معنى شرطيه الضروري والكافي. كما يوضح الفصل بعض التطويرات أو الإضافات لأنموذج هوتلنج التي تم تقديمها في أدبيات اقتصاديات الموارد.

3–2 موارد الطاقة:

تعد الطاقة Energy عصب الحياة الحديثة والمحرك الرئيس للتقدم الصناعي والتكنولوجي بصفة خاصة والتقدم الاقتصادي بصفة عامة، وتلعب الطاقة دوراً كبيراً بالغ الأهمية بالنسبة للبشرية، فلقد اعتمدت الحضارة الحديثة على الطاقة بمواردها المختلفة؛ لتحويل الموارد الاقتصادية من شكلها الأولي إلى أشكال أخرى

متعددة قادرة على إشباع الحاجات والرغبات المتعددة والمتنوعة، كما أنها تعد عاملاً مهماً في تحقيق الرفاهية الاقتصادية والاجتماعية للإنسان.

ونظراً للدور المهم والحيوي الذي تلعبه الطاقة في الاقتصاديات كافة سواء أكانت متقدمة أم نامية، فقد حظي موضوع الطاقة بالدراسة على مستوى دول العالم بصفة عامة، كما أولته المؤسسات والهيئات العالمية والدولية والإقليمية الكثير من البحث والدراسة. وظهر هذا جلياً في السبعينيات، مع الزيادة الكبيرة التي حدثت في سعر البترول حينئذ؛ والتي أدت إلى زيادة قيمة الواردات البترولية للدول الصناعية بدرجة كبيرة مما أثر في موازين مدفوعاتها، وهذا ما جعلها تعيد النظر في سياسات الطاقة لديها، معتمدة في ذلك على ما لديها من تكنولوجيا متطورة وموارد مالية كبيرة. وقد نجحت هذه الدول في تحقيق أهدافها المرجوة، ونجحت بالفعل في ترشيد استهلاك الطاقة لديها، وتطوير وتنويع مصادر الطاقة البديلة للبترول من فحم وغاز وطاقة نووية وغيرها من مصادر الطاقة، وزيادة البحث والتنقيب عن مصادر جديدة للبترول في أراضيها وأراض أخرى خارج أراضي الدول المنتجة، ولقد أسفرت هذه الجهود عن نتائج ناجحة في اكتشاف البترول في منطقة ألاسكا، وبحر الشمال وغيرها من المناطق.

وكما تتعدد مصادر الطاقة المستخدمة عالمياً، تتعدد المعايير التي تعبر عن حجم الطاقة، فقد تكون مصادر الطاقة أو مصادر الوقود في شكل سائل Liquid مثل البترول Petroleum أو قد تكون في شكل غاز Gaseous مثل الغاز الطبيعي Natural Gas أو في صورة صلبة Solid مثل الفحم Coal، بالإضافة إلى الطاقة الكهرومائية والطاقة النووية Hydro and Nuclear energy. وتقاس الطاقة بشكل عام بوحدات قياس تسمى الوحدات الحرارية البريطانية British Thermal Units (BTU)، وهي الوحدة الكافية لرفع درجة حرارة رطل من الماء بدرجة حرارة فهرنهيت $1F^{O}$ (17.22222222 مئوية تحت الصفر)، ويحتوي برميل البترول الخام القياسي على 5.8 مليون وحدة حرارية بريطانية، والبرميل كوحدة لقياس السوائل يساوي 42 جالوناً أو 306 رطل أو 0.19090909 متر مكعب، وهو المقياس الأكثر شيوعاً بالنسبة لإحصاءات الطاقة في الأمم المتحدة.

ويمكن تقسيم موارد الطاقة طبقاً لمعايير عدة، فمن ناحية قدرتها على التجدد أو النمو تنقسم مصادر الطاقة إلى مجموعتين:

(أ) مصادر طاقة غير متجددة (قابلة للنضوب)، وهي التي توجد بكميات ثابتة عبر الزمن التخطيطي، وتتناقص كمياتها نتيجة لعملية الاستغلال أو الاستخراج، ويؤثر المعدل الذي تستخرج به في الوقت الحاضر على إمكانية إنتاجها في المستقبل، ويتوقف تناقص المخزون من هذه المصادر على معدل الإنتاج السنوي من ناحية وعلى معدل اكتشاف مخزون أو مكامن جديدة لهذه المصادر في العالم من ناحية أخرى ومن أمثلة هذه المصادر البترول، والغاز الطبيعي، والفحم، ورمال القار.

(ب) مصادر طاقة متجددة، وهي التي تنمو أو تزيد عبر الزمن ولا يؤثر معدل استهلاكها الحالي على معدل إنتاجها مستقبلاً، بل تبقى احتياطاتها قائمة مثل الطاقة الشمسية، والطاقة الهوائية (طاقة الرياح) والحرارة الجوفية (الجيوثيرمال) وطاقة الكتلة الحية، وأمواج المحيطات أو كهرباء المساقط المائية.

كذلك يمكن تقسيم مصادر الطاقة من ناحية درجة استخدامها إلى مجموعتين:

(أ) مصادر طاقة أساسية، وهي مصادر الطاقة التقليدية التى يعتمد عليها بصورة أساسية مثل البترول والفحم والغاز الطبيعي والطاقة النووية وتسهم هذه المصادر بنسبة كبيرة في استهلاك العالم من الطاقة.

(ب) مصادر طاقة بديلة، وهي مصادر الطاقة الحديثة، مثل الطاقة الشمسية والطاقة الهوائية والجرفية وطاقة الأمواج والمد والجزر والزيت الثقيل ورمال القطران والوقود الصناعي، وهذه المصادر قليلة الاستخدام في الوقت الحاضر، ولا تستخدم بصور أساسية، ولكن من المنتظر أن تلعب دوراً كبيراً في توفير الطاقة للعالم أو الإسهام بنسبة جيدة من احتياجات العالم من الطاقة في المستقبل، وذلك لتوافرها ونظافتها على البيئة وعدم خطورتها.

من المتوقع خلال العقدين القادمين أن تبقى دوال الطلب والعرض بالنسبة للطاقة العالمية تحت هيمنة مصادر الطاقة التقليدية التي تسيطر على السوق عالمياً،

نظراً لأن وسائل النقل ووحدات الإنتاج والتوزيع في كثير من مناطق العالم مصممة ومجهزة فنياً وتقنياً للعمل على مثل هذه المصادر من الطاقة، وبالطبع فلا بد لنا أن نتوقع بعض التحولات التي قد تكون مهمة في توزيع نمط الطلب من الفحم والغاز الطبيعي والبترول والمصادر الأخرى في المستقبل، إلا أن إجمالي الطلب على الطاقة لن يتأثر بصورة كبيرة جداً، ومن هنا تأتي أهمية دراسة هذه المصادر التقليدية، ولما كان من غير الممكن أن نتناول بالدراسة كل أشكال الطاقة التقليدية فإننا ندرس هنا فقط مصدرين رئيسين هما البترول والغاز الطبيعي على اعتبار أن هذين المصدرين يشكلان في مجموعهما أكثر من 60٪ من إجمالي مصادر الطاقة العالمية المستهلكة في عام 2005م حيث أسهم البترول بمقدار 36.4٪ والغاز الطبيعي بمقدار 23.5٪ (تقرير مؤسسة النقد العربي السعودي، 2006م).

3–2–1 البترول:

كان الفحم هو المصدر الرئيس للإمداد بالطاقة المستهلكة في العالم حتى نهاية الحرب العالمية الثانية، وكان للبترول Petroleum أو الكهرباء المستمدة من المساقط المائية دور ضئيل في الإمداد بالطاقة. وأدى تدمير مناجم الفحم في أوروبا الغربية في أثناء الحرب العالمية الثانية إلى التأثير في ميزان الطاقة وفي الإمداد بها، وكان لا بد من البحث عن مصدر آخر للإمداد بالطاقة، ومن ثم زاد الاعتماد على البترول كمصدر من مصادر الطاقة، خاصة مع تزايد الاكتشافات منه وتوافر العديد من المزايا فيه تلك التي لا تتوافر في الفحم. وبذلك انتشر استخدام البترول وزادت نسبة إسهاماته في ميزان الطاقة العالمي.

وكلمة بترول Petroleum من أصل يوناني، وهي مشتقة من كلمتين: هما كلمة Petro وتعني الصخر، وكلمة Oleum وتعني الزيت، وبذلك فمعناها زيت الصخر، ولقد عرف الإنسان البترول منذ قديم الأزل في مصر وفارس، حيث استخدم في أغراض التدفئة والإضاءة ورصف الطرق، ولكن صناعة البترول بصورتها الحديثة والمعروفة الآن لم تعرف إلا في منتصف القرن التاسع عشر، وذلك حين حفر Drake أول بئر بحثاً عن البترول في ولاية بنسلفانيا الأمريكية وعثر عليه

عام 1859م على عمق 69.5 قدماً. ويصنف البترول الخام إلى ثلاثة أنواع رئيسة وإن كانت تتقارب فيما بينها وهي:

1) البترول البرافيني الذي يحتوي على شمع البرافين ويعطي قدراً ممتازاً من الشمع ومن الزيوت الممتازة.

2) البترول الأسفلتي الذي يحتوي على قدر قليل من شمع البرافين ونسبة عالية من المواد الأسفلتية.

3) البترول الخليط الذي يحتوي على كميات كبيرة من شمع البرافين والمواد الأسفلتية.

وكما أن البترول يختلف من حيث نسبة الشوائب العالقة به، فإنه يختلف أيضاً من حيث كثافته النوعية؛ إذ تتراوح هذه الكثافة في أنواع البترول الخام بين 0.80 وبين 0.98، وكلما قلت درجة الكثافة النوعية للبترول ازدادت فيه نسبة المقطرات الخفيفة ذات الاستعمالات المهمة اقتصادياً كوقود الطائرات والسيارات، والعكس صحيح. ويتم التعبير عن درجة كثافة البترول عالمياً باستخدام مقياس معهد البترول الأمريكي American Petroleum Institute (API) حيث:

$$\text{درجة (API)} = \frac{141,5}{\text{درجة الكثافة النوعية عند حرارة } 60^{0}\text{ف}} - 131,5$$

فمثلاً: البترول الخام الذي تبلغ كثافته النوعية 0.855، يعادل درجة 34 (API) هو البترول السعودي المعروف ببترول القياس Standard Oil، الذي تستخدمه منظمة الأوبك كأساس لتحديد أسعار البترول، وتقوم كل دولة بتحديد سعر بترولها على أساس الزيادة أو النقص في درجة الكثافة بالمقارنة ببترول الأساس.

وبعبارة أخرى فإن مقياس API يعبر عن جودة البترول الخام التي تنعكس على سعره، فكلما ارتفعت درجة API كان البترول أخف وذا جودة عالية، مثل بترول شمال أفريقيا وبترول حقل الحلوة في المملكة العربية السعودية الذي تتراوح درجته من 40 إلى 50 على مقياس API، وهكذا إلى أن نصل إلى البترول الخام الثقيل الذي تصل درجته إلى 22 على مقياس API.

3-2-2 مخزون البترول:

توجد مقاييس متعددة لمخزون البترول Petroleum Stock الموجود في باطن الأرض وطرق تصنيفه، ويمكن تقسيم المخزون البترولي إلى ثلاثة أنواع هي:

(1) المخزون المؤكد أو الثابت:

ونعني بذلك كميات البترول المؤكد وجودها فعلاً في باطن الأرض Proved Stock، حيث تؤكد لنا الدراسات والمسوحات الجيولوجية والهندسية إمكانية استخراج هذه الكميات في المستقبل وذلك على أساس التكنولوجيا المعروفة والسائدة، وكذلك على أساس مستويات الطلب والتكاليف والأسعار السائدة في الوقت الحاضر.

(2) المخزون المتوقع (المحتمل):

ويقصد بالمخزون المتوقع (المحتمل) Prospective Stock الكميات الإضافية التي يمكن استخراجها بعد استخراج كميات المخزون المؤكد من البترول، وهذا المخزون يشمل البترول الممكن الحصول عليه عن طريق تطوير الحقول البترولية بحيث تنتج بطاقتها الكاملة إلى جانب اكتشاف وسائل تقنية حديثة في هذا المجال، ويمكن أن نسمي هذا النوع من المخزون بالمخزون الرأسي حيث يتوقف على وجود الآبار البترولية الحالية.

(3) المخزون الممكن:

ويقصد بالمخزون الممكن Possible Stock كميات البترول التي لم يتم اكتشافها بعد، والتي يتصور الجيولوجيون والهندسيون وجودها في أماكن لم يتم مسحها جيولوجياً ولم يتم البحث فيها عن البترول، ويسمى هذا المخزون أحياناً بمخزون البترول الأفقي.

3-2-3 العوامل التي تؤثر في حجم المخزون البترولي:

تخضع تقديرات المخزون المؤكد من البترول إلى التغير بالزيادة أو النقصان بسبب عوامل عديدة هي:

1) معدل الاستخراج أو معدل النضوب السنوي، حيث ينخفض المخزون المؤكد من البترول بمقدار ما يتم استخراجه منه، ومن الملاحظ وجود علاقة عكسية بين معدل الاستخراج السنوي من البترول وبين المخزون المتبقي منه، بافتراض ثبات العوامل الأخرى.

2) الاكتشافات البترولية الجديدة، حيث يزداد المخزون المؤكد من البترول بمقدار ما يتم اكتشافه منه، وهناك علاقة طردية بين الاكتشافات البترولية الجديدة والمخزون المؤكد منه بافتراض ثبات العوامل الأخرى.

3) تنمية أو إجراء التوسعات في الحقول الموجودة، حيث تؤدي تنمية الحقول المكتشفة سابقاً وإجراء التوسعات فيها أو استخدام تكنولوجيا حديثة في هذا المجال إلى زيادة المخزون البترولي المؤكد.

4) إعادة تقدير المخزون البترولي إذ إن عملية إعادة تقدير مخزون البترول المؤكد الموجود في الآبار المحفورة في الحقل تؤدي إلى زيادة المخزون البترولي وخاصة عند توافر معلومات جيولوجية جديدة أفضل عن الحقل البترولي من حيث سمك الطبقة الحاملة للبترول ودرجة المسامية لهذه الطبقة، ومن الجدير بالذكر أن حوالي 80٪ مما أضيف إلى المخزون الثابت في الولايات المتحدة الأمريكية كان سببه إعادة التقدير للمخزون القائم، وإلى التوسعات في الحقول القديمة بدرجة أكبر منها إضافات ناتجة عن اكتشافات جديدة. كذلك فإن هناك الكثير من العوامل التي تؤدي إلى تغير تقدير المخزون البترولي، منها على سبيل المثال الاعتبارات الفنية أو الإنتاجية، والاعتبارات السياسية، ويوضح الجدول (3–1) تطور المخزون السعودي، ومخزون أوبك، والمخزون العالمي من البترول في المدة 1984–2005م.

جدول (3–1) تطور مخزون البترول في المدة 1984–2005م (بليون البراميل)

السنة	المخزون العالمي	مخزون أوبك	مخزون السعودية	نسبة مخزون أوبك من المخزون العالمي (٪)	إسهام مخزون السعودية في مخزون أوبك (٪)	إسهام مخزون السعودية في المخزون العالمي (٪)
1984	741.808	509.998	171.710	68.8	33.7	23.1
1985	767.061	535.798	171.490	69.9	32.0	22.4
1986	869.035	643.016	169.744	74.0	26.4	19.5
1987	897.805	674.020	169.585	75.1	25.2	18.9
1988	992.709	760.484	254.989	76.6	33.5	25.7
1989	997.099	764.830	260.050	76.7	34.0	26.1
1990	997.655	765.879	260.342	76.8	34.0	26.1
1991	1.002.805	771.947	260.936	77.0	33.8	26.0
1992	1.009.774	773.702	261.203	76.6	33.8	25.9
1993	1.009.629	774.541	261.355	76.7	33.7	25.9
1994	1.016.749	777.400	261.374	76.5	33.6	25.7
1995	1.025.550	785.066	261.450	76.6	33.3	25.5
1996	1.049.590	802.819	261.444	76.5	32.6	24.9
1997	1.052.508	806.080	261.541	76.6	32.4	24.8
1998	1.057.853	810.144	261.542	76.6	32.3	24.7
1999	1.048.230	818.247	262.784	78.1	32.1	25.1
2000	1.077.500	845.996	262.766	78.5	31.1	24.4
2001	1.085.807	847.884	262.697	78.1	31.0	24.2
2002	1.121.226	881.679	262.790	78.6	29.8	23.4
2003	1.138.574	890.714	262.730	78.2	29.5	23.1
2004	1.145.125	896.659	264.310	78.3	29.5	23.1
2005	1.153.962	904.255	264.211	78.4	29.2	22.9

المصدر: النشرة الإحصائية السنوية، أوبك 2005، العمود الثالث، والرابع والخامس من حساب الباحث.

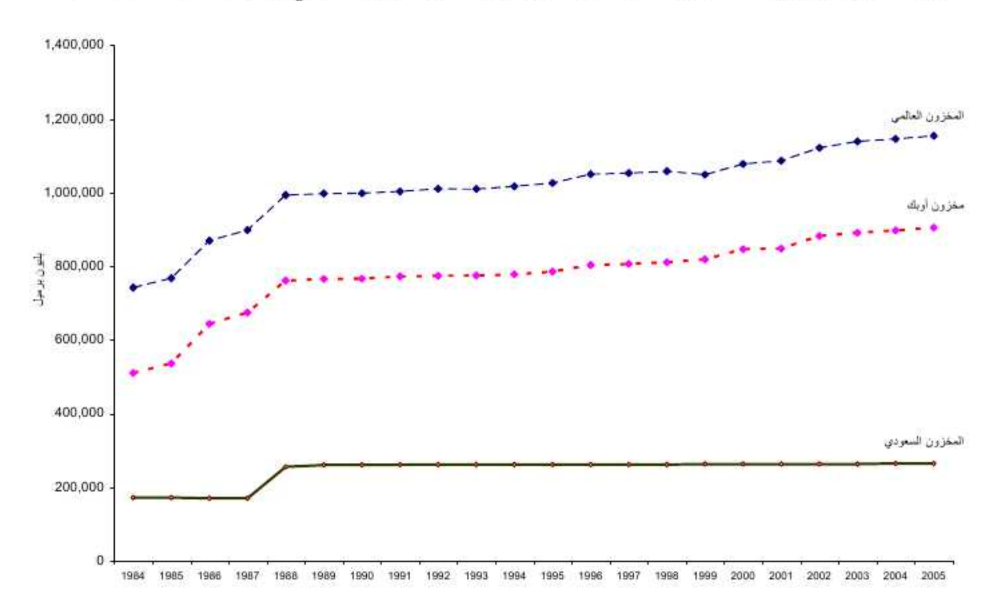
حيث تشير إحصاءات الجدول (3–1) إلى التطور المستمر للمخزون العالمي المؤكد من البترول خلال المدة 1984 – 2005م إذ وصل إلى حوالي 1.153.962 بليون برميل في نهاية عام 2005م مقارنة بحوالي 741.808 بليون برميل في عام 1984م بزيادة إجمالية مقدارها 412.154 بليون برميل أي بنسبة زيادة 55.6٪. ومن جهة أخري بلغ إجمالي المخزون المؤكد لدى دول أوبك حوالي 904.255 بليون برميل في عام 2005م بما يمثل 78.4٪ من المخزون العالمي المؤكد من البترول، مقارنة بحوالي 509.998 بليون برميل عام 1984م بما يمثل 68.8٪ من المخزون

العالمي المؤكد من البترول، بزيادة إجمالية بلغت حوالي 394.257 بليون برميل أي بنسبة زيادة 77.3٪.

أما بالنسبة للمملكة العربية السعودية فقد بلغ حجم المخزون المؤكد لديها حوالي 264.211 بليون برميل في نهاية عام 2005م مقارنة بحوالي 171.710 بليون برميل عام 1984م بزيادة إجمالية مقدارها 92.501 بليون برميل أي بنسبة زيادة 53.9٪. وهذا يرجع إلى الاكتشافات البترولية الجديدة وإجراء التوسعات في الحقول الموجودة، إضافة إلى استخدام التكنولوجيا الحديثة للوقوف على أفضل السبل لتنمية الحقول وتحديث تقديرات المخزون بصفة مستمرة. ويوضح الشكل (3–1) تطور المخزون السعودي مقارنة بمخزون أوبك، والمخزون العالمي في المدة 1984 – 2005م.

الشكل (3–1)

تطور مخزون البترول السعودي مقارنة بمخزون أوبك والمخزون العالمي في المدة 1984 – 2005م



3–2–4 إنتاج البترول:

يعد البترول أحد الموارد حديثة الإنتاج تجارياً، إذا ما قورن بإنتاج الفحم أو المعادن الأخرى كالحديد والنحاس وغيرها، ولقد حقق إنتاجه زيادة تدريجية منتظمة بالرغم من أن هذا الإنتاج يتميز بالانتقال من منطقة لأخرى. والواقع أن معظم بترول العالم ينتج في عدد محدود من الدول، ويوضح الجدول (3–2) تطور إنتاج البترول في المدة 1984م – 2005م.

جدول (3–2) تطور إنتاج البترول في المدة 1984م – 2005م (مليون براميل يومياً)

السنة	الإنتاج العالمي	إنتاج أوبك	إنتاج السعودية	نسبة إسهام أوبك في الإنتاج العالمي (٪)	نسبة إسهام السعودية في إنتاج أوبك (٪)	نسبة إسهام السعودية في الإنتاج العالمي (٪)	نسبة إسهام النفط في الطاقة العالمية المستهلكة (٪)
1984	53	16	4	30.2	25.0	7.5	39.1
1985	52	15	3	28.8	20.0	5,8	37.9
1986	55	18	5	32,7	27.8	9.1	38.2
1987	55	17	4	30.9	23,5	7,3	37,6
1988	57	19	5	33,3	26.3	8.8	38.9
1989	58	20	5	34.5	25,0	8.6	38.8
1990	59	22	6	37.3	27,3	10,2	39.9
1991	59	22	8	37.3	36.4	13.6	40
1992	59	24	8	40,7	33.3	13.6	40.4
1993	59	24	8	40,7	33.3	13.6	39.7
1994	60	25	8	41,7	32.0	13,3	39.9
1995	60	25	8	41,7	32.0	13.3	39,8
1996	61	25	8	41.0	32.0	13.1	39,5
1997	63	25	8	39,7	32.0	12,7	39,9
1998	65	28	8	43,1	28.6	12.3	40
1999	63	26	8	41.3	30.8	12.7	39,3
2000	66	28	8	42.4	28,6	12,1	38,9
2001	.465	27	8	41.3	29.6	12.2	38,6
2002	64	.324	7	38.0	28.8	10.9	37.6
2003	.367	27	.48	40.1	31.1	12.5	37.2
2004	.570	.529	.98	41.8	30.2	12.6	36.9
2005	.771	.630	.49	42.7	30.7	13.1	36.4

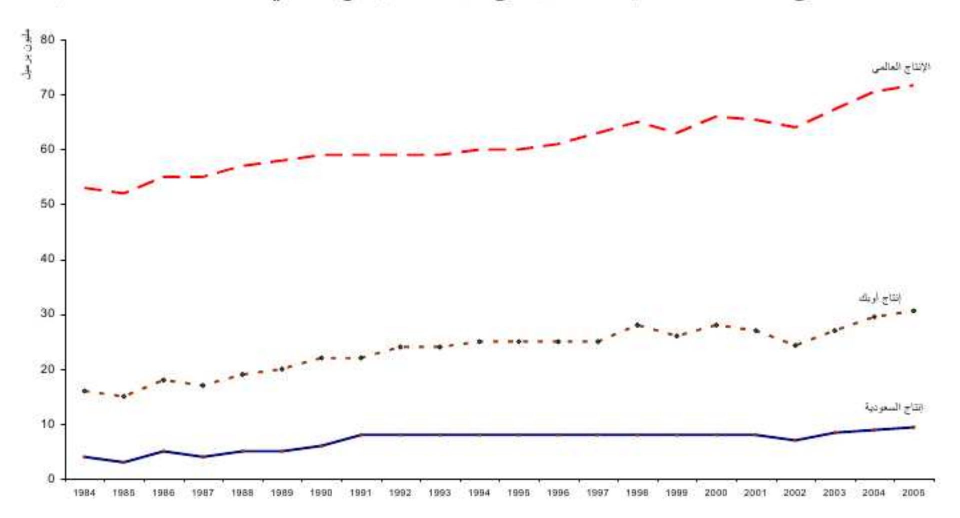
المصدر: النشرة الإحصائية السنوية، أوبك 2005، العمود الثالث، والرابع والخامس من حساب الباحث، والعمود السادس من واقع بيانات مؤسسة النقد العربي السعودي، التقرير السنوي الثاني والأربعون، 2006م.

ويتضح من الجدول (3–2) أن إنتاج البترول في العالم قد زاد خلال المدة 1984–2005م بصفة عامة، فقد زاد إنتاجه من 53 مليون برميل يومياً إلى 71.7 مليون برميل يومياً بزيادة إجمالية مقدارها 18.7 مليون برميل يومياً، أي: بنسبة زيادة 35.3٪، وذلك بسبب زيادة الطلب نتيجة للنمو الاقتصادي العالمي وزيادة عدد السكان، وزيادة متوسط الدخل للفرد على مستوى العالم، إضافة إلى النمو الصناعي والاقتصادي المتزايد لدى كثير من الدول الواعدة مثل الصين وكوريا والهند، وغيرها. كذلك يبين الجدول تطور الإنتاج لدى دول منظمة أوبك، حيث بلغ الإنتاج حوالي 30.6 مليون برميل يومياً عام 2005م بما نسبته 42.7٪ من الإنتاج العالمي مقارنة بحوالي 16 مليون برميل يومياً عام 1984م بما نسبته 30.2٪ من الإنتاج العالمي، إذ بلغ مقدار الزيادة خلال هذه المدة حوالي 14.6 مليون برميل سنوياً بنسبة 91.2٪.

أما بالنسبة للمملكة العربية السعودية فقد تضاعف الإنتاج خلال هذه المدة؛ إذ زاد من 4 مليون برميل يومياً في عام 1984م إلى 9.4 مليون برميل يومياً عام 2005م، بزيادة إجمالية مقدارها 5.4 مليون برميل يومياً، أي بنسبة زيادة تصل إلى نحو 135٪، ويوضح الشكل (3–2) تطور إنتاج البترول السعودي مقارنة بإنتاج دول منظمة أوبك، والإنتاج العالمي في المدة 1984 – 2005م.

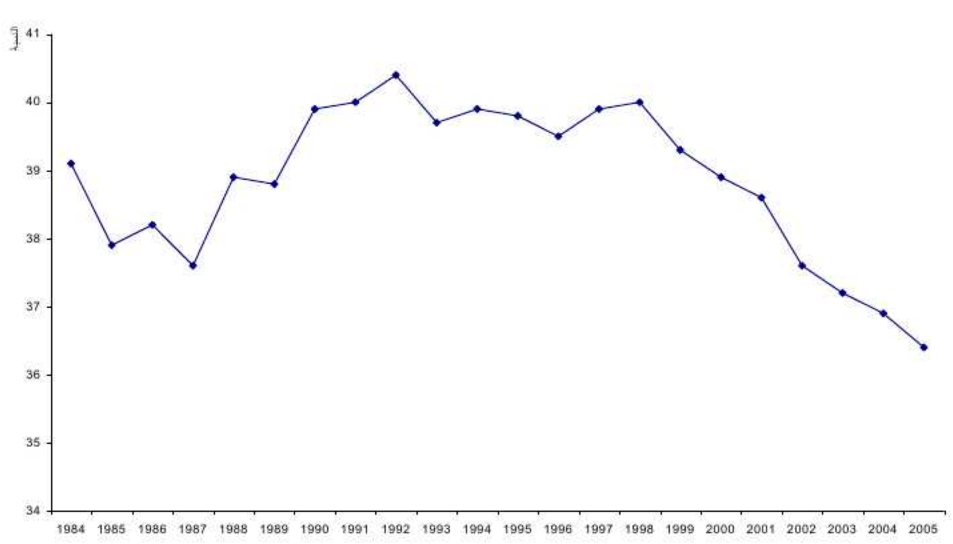
الشكل (3–2)

تطور إنتاج النفط السعودي مقارنة بإنتاج أوبك، والإنتاج العالمي في المدة 1984 – 2005م



كما يبين لنا جدول (3–2) أن نسبة إسهام البترول في الاستهلاك العالمي للطاقة خلال المدة 1984–2005م، إذ كانت نسبة إسهام البترول في الاستهلاك العالمي للطاقة 39.1٪ من الاستهلاك العالمي للطاقة لعام 1984م، ثم أخذت هذه النسبة في الانخفاض بصفة عامة حتى عام 1988م، إلا أنها بدأت في الزيادة حتى وصلت أقصاها في عام 1992م إذ بلغت 40.4 ٪ ثم تقلبت بعد ذلك بين الزيادة والنقصان حتى وصلت إلى 36.4٪ عام 2005م، وقد يكون هذا بسبب سياسة الدول الصناعية في تقليل نسبة اعتمادها على البترول، والعمل على تطوير وتنويع عناصر الطاقة البديلة الأخرى وزيادة نسبة إسهامها في إجمالي الطاقة المستهلكة. وهو ما يعني زيادة نسبة إسهام مصادر الطاقة الأخرى مثل الغاز الطبيعي والفحم والكهرباء والمساقط المائية، وغيرها من مصادر الطاقة المستهلكة، ويوضح الشكل (3–3) نسبة إسهام النفط في الطاقة العالمية المستهلكة في المدة 1984–2005م.

الشكل (3–3) نسب إسهام البترول في الطاقة العالمية المستهلكة في المدة 1984–2005م



3–2–5 مدد كفاية المخزون للإنتاج:

البترول كما أسلفنا من الموارد الناضبة التي توجد بكميات ثابتة ويمكن أن تنضب اقتصادياً مع وجودها جيولوجياً، ومن المفيد معرفة نسبة المخزون إلى

الإنتاج S_t/R_t أي عدد سنوات كفاية المخزون المؤكد من البترول للإنتاج T ، ومن الجدير بالذكر أن المدة الزمنية لكفاية المخزون للإنتاج تتوقف على التغير في معدل الاستخراج، ومستوى المخزون الحالي، وغيرها.

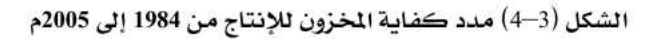
فمثلاً: في المملكة العربية السعودية قُدرت المدة التي يكفي فيها المخزون للإنتاج في عام 1976م حوالي 48 سنة، واستمرت الزيادة في المدة حتى أصبح المخزون يكفي للإنتاج لمدة تجاوزت مائة سنة في عام 1984م إذ تزيد هذه المدة عن المدد في كثير من دول مجلس التعاون الخليجي مثل قطر وعمان والبحرين والإمارات قبل عام 1985م، كما تقترب من متوسط المدة الخاصة بدول مجلس التعاون الخليجي مجتمعة. (المصدر: المطيري، السيد خالد، الجغرافيا الاقتصادية، دار الشواف للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، الرياض، 1996م). واستمرت مدة كفاية المخزون في الارتفاع لتصل أقصاها سنة 1985م، ومع زيادة الإنتاج بمعدل يفوق زيادة المخزون تراجعت هذه المدة لتصل إلى 93 سنة عام 1986م. إلا أن مدة كفاية المخزون عاودت الارتفاع مرة أخرى بسبب زيادة المخزون والتذبذب الطفيف في معدل الاستخراج؛ وفي عام 1990م ومع قرار المملكة بزيادة إنتاجها من 6 مليون برميل إلى 8 مليون برميل يومياً انخفضت مدة كفاية المخزون لتصل إلى 89 سنة، وظلت شبه ثابتة حتى عام 2001م الذي أعقبه قرار المملكة بتخفيض الإنتاج ليصل إلى 7 مليون برميل يومياً عام 2002م. إلا أن المملكة عاودت الزيادة من إنتاجها اليومي ليصل إلى 8.4 مليون برميل يومياً عام 2003م لتلبية لزيادة في الطلب العالمي، واستمرت الزيادة في الإنتاج مع الانخفاض في المدة لتصل عام 2005م إلى نحو 77 سنة، ويوضح الجدول (3–3)، والشكل (3–4) مدد كفاية المخزون للإنتاج من 1984 إلى 2005م.

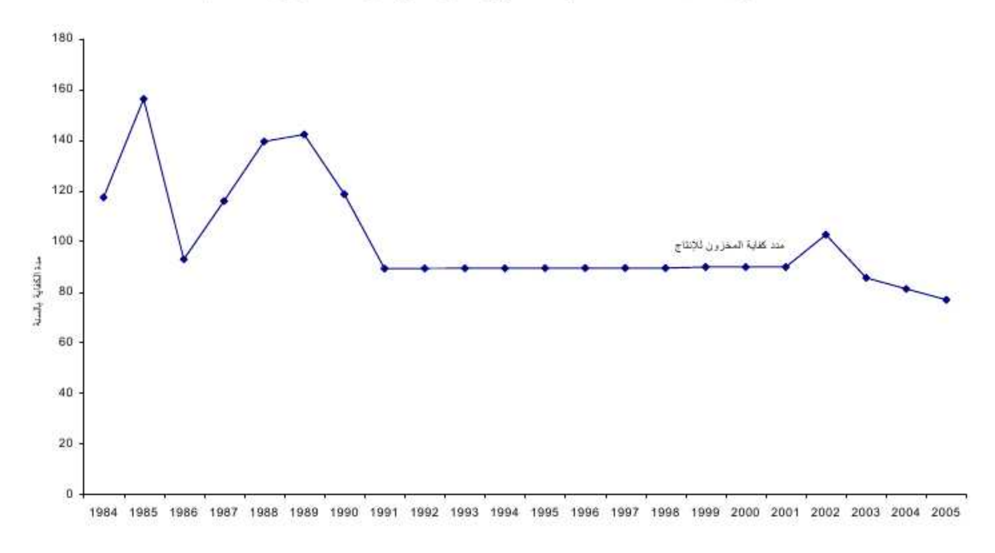
جدول (3–3) مدد كفاية المخزون للإنتاج في 1984 إلى 2005م

السنة	المخزون السنوي	الإنتاج السنوي	عدد سنوات الإنتاج
1984	171710	1464	117
1985	171490	1098	156
1986	.8169743	1830	93
1987	169585	1464	116
1988	254989	1830	139
1989	260050	1830	142
1990	260342	2196	119

السنة	المخزون السنوي	الإنتاج السنوي	عدد سنوات الإنتاج
1991	260936	2928	89
1992	261203	2928	89
1993	261355	2928	89
1994	261374	2928	89
1995	261450	2928	89
1996	261444	2928	89
1997	261541	2928	89
1998	261542	2928	89
1999	262784	2928	90
2000	262766	2928	90
2001	262797	2928	90
2002	262790	2562	103
2003	262730	.43074	85
2004	264310	.43257	81
2005	264211	.43440	77

المصدر (من حساب الباحث بناءً على بيانات النشرة السنوية الإحصائية، أوبك، **2005م**).


الشكل (3—4) مدد كفاية المخزون للإنتاج من 1984 إلى 2005م



3—2—6 الغاز الطبيعي:

يعد الغاز الطبيعي Natural Gas من مصادر الطاقة الحديثة التي زاد استخدامها في الآونة الأخيرة، وتشير الإحصاءات إلى زيادة نسبة إسهام الغاز الطبيعي في إجمالي الطاقة العالمية المستهلكة، حيث زادت النسبة من 20٪ عام 1984م إلى 23.5٪ في عام

2005م. كذلك تزايد استهلاك الغاز الطبيعي كمصدر من مصادر الطاقة الحديثة في الدول العربية وخاصة الدول المنتجة له، مما يعكس تزايد معدلات التحديث في القطاعات الاقتصادية المختلفة وخروجها من النمط التقليدي، فقد زادت نسبة استهلاك الغاز الطبيعي في الدول العربية من 53٪ من جملة الإنتاج العربي في عام 1992م إلى حوالي 79٪ في عام 1996م (المصدر: عبدالله، محمد حامد، اقتصاديات الموارد والبيئة، عمادة النشر العلمي والمطابع، جامعة الملك سعود، الرياض، 2000م)، أما على مستوى المملكة العربية السعودية فيلاحظ الارتفاع المستمر في استخدام الغاز الطبيعي؛ فقد ارتفعت نسبة إسهام الغاز الطبيعي في إجمالي الطاقة المستهلكة محلياً من 23.7٪ عام 1984م إلى 45٪ في عام 2005م (مؤسسة النقد العربي السعودي، التقرير السنوي الثاني والأربعون، 2006م)، ويوضح الجدول (3—4) نسب إسهام الغاز الطبيعي في الطاقة المستهلكة عالمياً، وفي الطاقة المستهلكة على المستوى المحلي السعودي في المدة 1984—2005م.

الجدول (3—4)

نسب إسهام الغاز الطبيعي في الطاقة المستهلكة محلياً وعالمياً، في المدة 1984—2005م

السنة	إسهام الغاز الطبيعي في الطاقة المستهلكة محلياً (٪)	إسهام الغاز الطبيعي في الطاقة المستهلكة عالمياً (٪)
1984	23.8	20
1985	27.2	20.1
1986	29.6	19.6
1987	30.3	19.9
1988	33.0	20.9
1989	37.9	21.3
1990	33.8	22.5
1991	34.4	22.8
1992	37.5	22.6
1993	37.0	23.3
1994	37.4	23
1995	40.0	23.2
1996	39.2	23.5
1997	39.9	23.5
1998	38.9	23.7
1999	38.2	23.7
2000	39.5	24.2

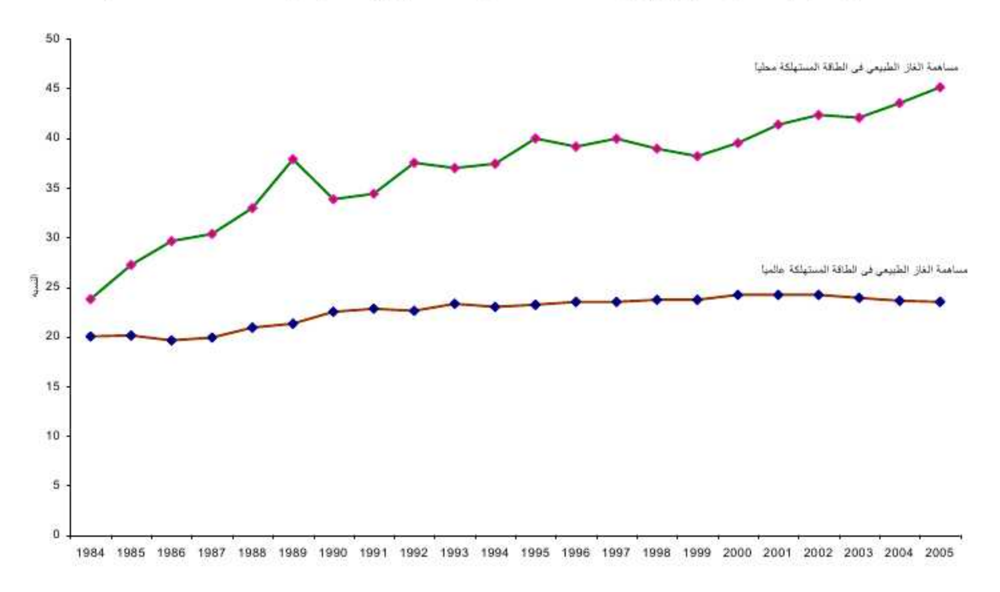
إسهام الغاز الطبيعي في الطاقة المستهلكة عالمياً (٪)	إسهام الغاز الطبيعي في الطاقة المستهلكة محلياً (٪)	السنة
24.2	41.4	2001
24.2	42.3	2002
23.9	42.1	2003
23.6	43.5	2004
23.5	45.1	2005

المصدر: مؤسسة النقد العربي السعودي، التقرير السنوي الثاني والأربعون، 2006م

ويوضح الشكل (3–5) نسب إسهام الغاز الطبيعي في الطاقة المستهلكة عالمياً، وفى الطاقة المستهلكة على المستوى المحلي السعودي في المدة 1984–2005م.

الشكل (3–5)

نسب إسهام الغاز الطبيعي في الطاقة المستهلكة عالمياً ومحليا في المدة 1984–2005م



والغاز الطبيعي هو عبارة عن خليط من الأيدروكربونات منها أساساً الميثان والبروبان والبيوتان، ويظهر متحداً مع البترول في آباره أو ذائباً فيه، أو يوجد منفصلاً في حقول غازية، كما يمكن استخلاص الغاز الطبيعي صناعياً من الفحم. ويعد الغاز الطبيعي وقوداً مثالياً للبيئة، وتتلخص طرق الاستفادة من الغاز الطبيعي في فصل غازات الميثان والإيثان التي يمكن استخدامها كوقود في عمليات

إنتاج الحديد والألمنيوم والأسمنت وتوليد الكهرباء وتحلية المياه المالحة، وكذلك يستخدم الغاز في الحصول على الهيدروجين اللازم لصناعة الأسمدة، والنترات، والأمونيا، كما تعتمد كثير من صناعات البلاستيك والمنظفات الصناعية والألياف الصناعية والكيماويات والمطاط الصناعي وغيرها على غازي الميثان والبروبان كمادة خام. ويسمى الغاز المستخدم في الأغراض الصناعية باللقيم، ويشكل اللقيم عصب الصناعات البتروكيماوية التي تطورت بشكل سريع في المملكة العربية السعودية، اعتماداً على وجود الغاز الطبيعي المصاحب للبترول الذي كان يحرق في السابق، مما يشكل استغلاله في أغراض الصناعات البتروكيماوية قيمة اقتصادية مضافة كبيرة للاقتصاد الوطني، مقابل تكلفة فرصة بديلة عند حرقه تساوي الصفر. ومن أهم ميزات استغلال الغاز الطبيعي ما يأتي:

1. اعتماد كثير من الصناعات البتروكيماوية على الغاز الذي يدخل في كثير من الصناعات الحديثة ذات القيمة الاقتصادية المضافة العالية.
2. اعتماد أكثر محطات تحلية المياه المالحة الحديثة على غاز الإيثان كمصدر للطاقة لإنتاج المياه المحلاة والطاقة الكهربائية.
3. يتميز الغاز الطبيعي بالنظافة في الاستعمال وذلك لخلوه من الشوائب الكبريتية، ولذلك فإن استخدامه وحرقه في الأفران لا يؤدي إلى تلوث البيئة، فلا ينتج من استهلاكه كوقود أكاسيد الكبريت والنيتروجين التي تنتج من استخدام زيت الوقود، كما أنه لا يؤثر في أنابيب الأفران (وهذا يعد حلاً لمشكلة تلوث البيئة والهواء والمياه خصوصاً في المدن الصناعية المكتظة بالسكان).
4. يتميز الغاز الطبيعي بأنه سريع الاشتعال، ولذلك فهو يعد وقوداً مثالياً وخاصة في الاستعمالات المنزلية.
5. كذلك لبعض مكونات الغاز (كالميثان، والإيثان) ميزات تساعد على التحكم في درجة حرارة الأفران إلى أقرب درجة مئوية مرغوب فيها، وذلك لوجودها في الحالة الغازية، كما أنها تتميز بارتفاع محتواها الحراري أيضاً.

6. رخص ثمن الغاز الطبيعي النسبي (تكلفة الفرصة البديلة) بالمقارنة بالبترول، وارتفاع المردود الاقتصادي لاستخدامه في الأسواق المحلية خاصة إذا كان يخرج مصاحباً للبترول، حيث لا يوجد له تكلفة فرصة بديلة.

3–2–7 مخزون الغاز الطبيعي:

أدى الاهتمام المتزايد بإنتاج الغاز الطبيعي واستهلاكه إلى الاهتمام بتقدير مخزون الغاز الطبيعي Natural Gas Stock القابل للاستخلاص في مختلف أنحاء العالم. ويختلف نمط التوزيع الجغرافي لمخزون الغاز الطبيعي المؤكد حتى الآن عن نمط توزيع المخزون العالمي للبترول. فعلى سبيل المثال حين يتركز الجانب الأكبر من المخزون البترولي في دول لا تستهلك من إنتاجها إلا نسبة ضئيلة (دول أوبك)، بينما مخزون الغاز الطبيعي المكتشف حالياً في هذه الدول لا يتجاوز 46٪ من المخزون العالمي للغاز الطبيعي في عام 2005م، ونسبة 49.6٪ من المخزون العالمي للغاز الطبيعي في عام 2005م (المصدر: النشرة السنوية الإحصائية، أوبك 2005م)، والجانب الأكبر من هذه النسبة يوجد في حقول البترول، مما يجعل إنتاج هذا المخزون مرهوناً بالسياسة المستخدمة في إنتاج البترول ومتوقفاً عليه. فعلى سبيل المثال تشير الإحصاءات إلى أن 78٪ من الغاز السعودي يستخرج مصاحباً للبترول، وتبلغ هذه النسبة في العراق وإيران حوالي 65٪، في حين تبلغ في الولايات المتحدة 27٪، بينما يبلغ متوسط هذه النسبة على مستوى العالم 40٪. (المصدر: يونس، محمود، وآخرون، مقدمة في الموارد واقتصادياتها، الدار الجامعية 1992م).

ومن ناحية أخرى فإن تقديرات مخزون الغاز الطبيعي المكتشف حالياً لا تمثل الواقع، فالبحث عن الغاز وتقدير المخزون منه لم يبدأ إلا منذ مدة قصيرة نسبياً في الولايات المتحدة الأمريكية منذ عام 1945م ويتحدد مخزون الغاز كل عام بما يضاف إلى المخزون التراكمي بالزيادة أو النقصان نتيجة عمليات الإنتاج والاستهلاك والاكتشافات الجديدة وإعادة تقدير مخزون الحقول القديمة، ويوضح الجدول (3–5) تطور المخزون السعودي، ومخزون أوبك، والمخزون العالمي من الغاز الطبيعي في المدة 1984–2005م.

جدول (3—5) تطور مخزون الغاز في المدة 1984—2005م (ببلايين الأمتار المكعبة القياسية)

السنة	المخزون العالمي	مخزون أوبك	مخزون السعودية	إسهام أوبك في المخزون العالمي (٪)	إسهام السعودية في مخزون أوبك (٪)	إسهام السعودية في المخزون العالمي (٪)
1984	98.281	35.658	3.608	36.3	10,1	3.7
1985	101.960	36.151	3.687	35.5	10.2	3.6
1986	108.915	41.092	4.021	37.7	9.8	3.7
1987	110.916	41,943	4.190	37,8	10.0	3.8
1988	114.890	45.526	5.020	39.6	11,0	4.4
1989	129.024	49.849	5.218	38.6	10.5	4.0
1990	132.927	50,729	5,223	38.2	10.3	3.3
1991	141.071	56.572	5.221	40.1	9,2	3.7
1992	142.957	56.564	5.249	39.6	9,3	3.7
1993	145.541	57.705	5.249	39.6	9.1	3.6
1994	148.795	59.428	5.260	39.9	8.9	3.5
1995	147.231	60.149	5.545	40.9	9,2	3.8
1996	152.196	64.215	5.693	42.2	8.9	3.7
1997	154.315	65.021	5.882	42.1	9.0	3.8
1998	157.471	68.434	6.068	43.5	8,9	3.9
1999	155.926	67.704	6.146	43.4	9.1	3.9
2000	164.865	75.569	6,301	45.8	8.3	3.8
2001	176.100	86.817	6.456	49.3	7.4	3.7
2002	176.826	87.687	6.646	49.6	7.6	3.8
2003	179.231	88.761	6,754	49.5	7,6	3.8
2004	179.697	89,260	6.834	49.7	7.7	3.8
2005	180.238	89.357	6.900	49.6	7.7	3.8

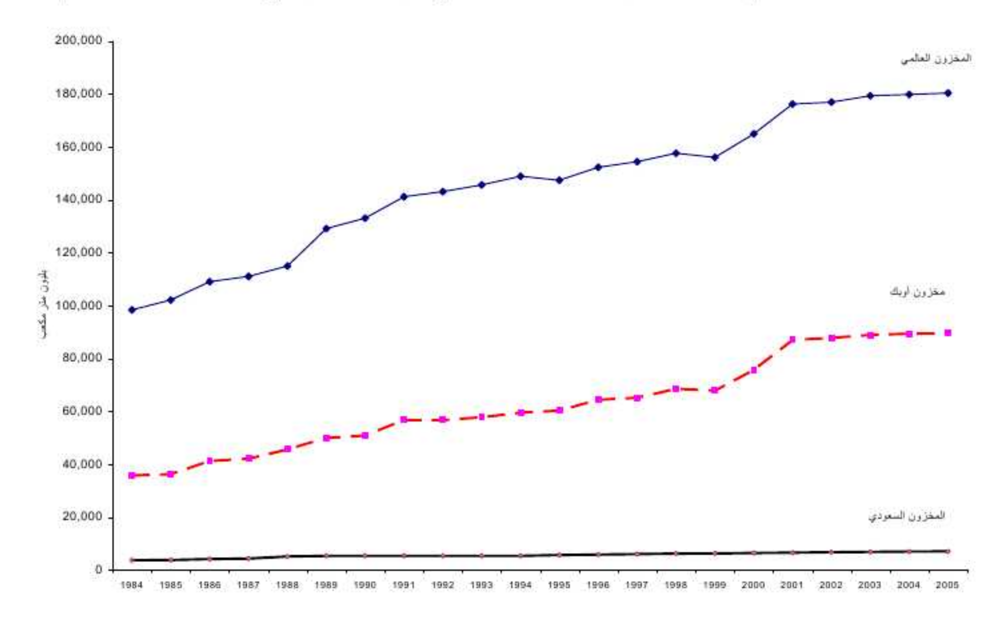
المصدر: النشرة السنوية الإحصائية، أوبك 2005، الثالث، والرابع، والخامس من حساب الباحث.

يوضح الجدول (3—5) تطور المخزون العالمي المؤكد من الغاز الطبيعي في المدة 1984 — 2005م، إذ زاد المخزون العالمي من 98.281 بليون متر مكعب في عام 1984م إلى 180.238 بليون متر مكعب في نهاية عام 2005م، بزيادة إجمالية مقدارها 81.957 بليون متر مكعب، أي بنسبة زيادة 83.4٪، بينما زاد مخزون أوبك بمقدار 53.699 بليون متر مكعب، أي بنسبة زيادة 150.6٪، حيث أسهمت أوبك بنحو 65.5٪ من الزيادة العالمية في مخزون الغاز الطبيعي. هذا وقد زاد مخزون الغاز الطبيعي السعودي بمقدار 3.292 بليون متر مكعب، أي بنسبة زيادة 91.2٪، حيث أسهمت السعودية بنحو 6.13٪ فقط من الزيادة لدي أوبك، بينما تظل نسمة الإسهام في الزيادة العالمية ضئيلة حيث وصلت إلى 4٪. ويوضح الشكل

(3–6) تطور المخزون السعودي، ومخزون أوبك، والمخزون العالمي من الغاز الطبيعي في المدة 1984–2005م.

الشكل (3–6)

تطور المخزون السعودي، ومخزون أوبك، والمخزون العالمي من الغاز الطبيعي في المدة 1984 – 2005م



3–2–8 إنتاج الغاز الطبيعي:

يشكل الغاز الطبيعي مورداً مهماً من موارد الطاقة خصوصاً في الدول الصناعية المتقدمة، نتيجة المزايا الفنية والاقتصادية والبيئية التي يتمتع بها، ولسهولة استخدامه كوقود ذي محتوى حراري عالٍ. لذلك تطور إنتاج واستهلاك الغاز بشكل سريع منذ بداية القرن الحالي، ويوضح الجدول (3–6) تطور إنتاج الغاز الطبيعي في المدة 1984–2005م.

جدول (3–6) تطور إنتاج الغاز الطبيعي في المدة 1984 – 2005م (بملايين الأمتار المكعبة القياسية)

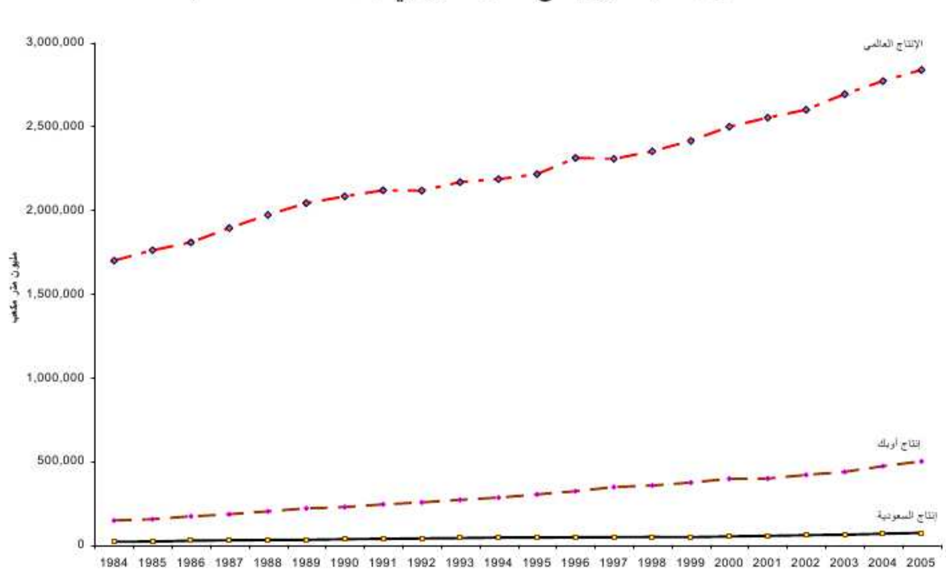
السنة	الإنتاج العالمي	إنتاج أوبك	إنتاج السعودية	إسهام أوبك في الإنتاج العالمي (٪)	إسهام السعودية في إنتاج أوبك (٪)	إسهام السعودية في الإنتاج العالمي (٪)
1984	1.697,201	145.615	18,200	8.6	12.5	1,1
1985	1.759,152	152.821	18.800	8.7	12.3	1.1
1986	1.806,358	169.607	25.200	9.4	14.9	1.4
1987	1.891,804	182.630	26.800	9.7	14.7	1.4
1988	1.970,796	199.858	29,100	10.1	14.6	1.5
1989	2.041,480	217,484	29,800	10.7	13,7	1.5
1990	2.081,040	225.656	33,520	10.8	14.9	1.6
1991	2.117,118	241.172	35,170	11.4	14.6	1,7
1992	2.116,012	253.274	38.250	12.0	15,1	1.8
1993	2.166.389	268.155	40.040	12.4	14.9	1.8
1994	2.184.280	281.875	42.770	12.9	15.2	2.0
1995	2.213.711	300.843	42.930	13.6	14.3	1.9
1996	2.310.715	320.346	44.510	13.9	13.9	1.9
1997	2.306.050	344.381	45.840	14.9	13.3	2.0
1998	2.350.671	354.637	46.720	15.1	13.2	2.0
1999	2.412,201	371.592	46.200	15.4	12.4	1.9
2000	2.497.435	394.890	49.810	15.8	12.6	2.0
2001	2.551,025	395.640	53.690	15.5	13.6	2.1
2002	2.599.325	417.589	57.320	16.1	13.7	2.2
2003	2.691.474	435.972	60.060	16.2	13.8	2.2
2004	2.769,768	469.715	65,680	17.0	14.0	2.4
2005	2.836,888	498.375	71.240	17,6	14.3	2.5

المصدر: النشرة السنوية الإحصائية، أوبك 2005، العمود الثالث، والرابع، والخامس من حساب الباحث.

توضح إحصاءات الجدول (3–6) أن الإنتاج العالمي من الغاز الطبيعي بلغ 2.836.888 مليون متر مكعب في نهاية عام 2005م مقارنة بحوالي 1.697.201 مليون متر مكعب عام 1984م إذ بلغت الزيادة الإجمالية حوالي 1.139.687 مليون متر مكعب بنسبة زيادة 67.1٪، بينما ارتفع إنتاج أوبك بمقدار 352.760 مليون متر مكعب بنسبة زيادة 242.2٪. كما تشير الإحصاءات إلى زيادة إسهام أوبك في الإنتاج العالمي إذ زادت من 8.6٪ عام 1984م إلى نحو 17.6٪ عام 2005م، كذلك تطور إنتاج المملكة العربية السعودية خلال هذه المدة فقد زاد من 18.200 مليون متر مكعب

عام 1984م إلى حوالي 71.240 مليون متر مكعب بنسبة زيادة 291.4٪. كما تشير الإحصاءات إلى زيادة إسهام المملكة العربية السعودية في الإنتاج العالمي إذ زادت من 1.1٪ عام 1984م إلى نحو 2.5٪ عام 2005م، بينما زادت نسبة إنتاج المملكة إلى إنتاج أوبك من 12.5٪ عام 1984م إلى 14.3٪ عام 2005م. ويوضح الشكل (3–7) تطور إنتاج الغاز الطبيعي في المدة 1984–2005م.

الشكل (3–7) تطور إنتاج الغاز الطبيعي في المدة 1984–2005م



3–2–9 مدد كفاية المخزون للإنتاج:

كما هو الحال بالنسبة للبترول أيضاً يمكن معرفة مدد كفاية المخزون T أي نسبة المخزون إلى الإنتاج S_t/R_t بالنسبة للغاز الطبيعي؛ ويوضح الجدول (3–7) مدد كفاية المخزون المثبت من الغاز الطبيعي للإنتاج عالمياً وعلى مستوى أوبك والمملكة العربية السعودية في المدة 1984–2005م.

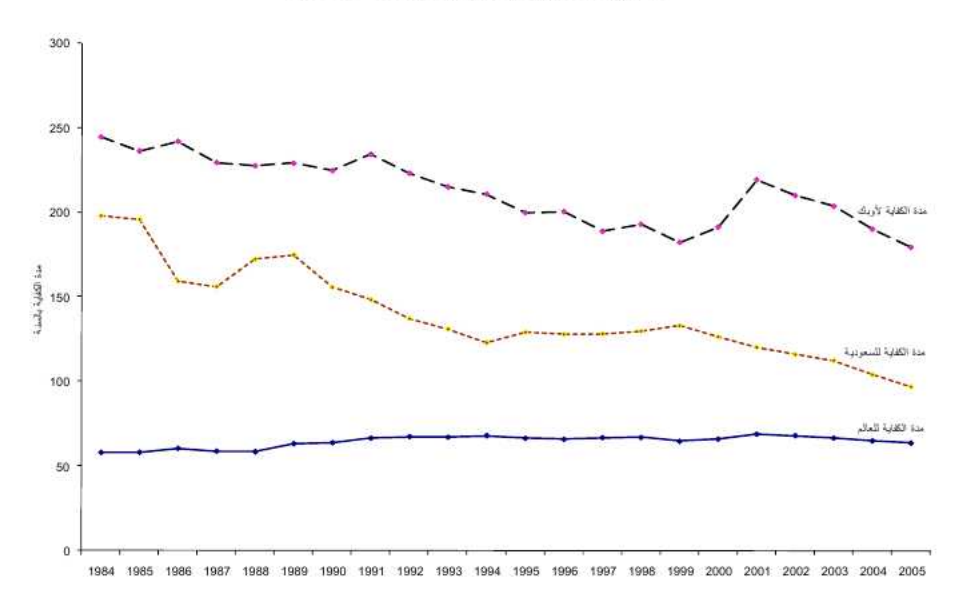
جدول (3–7) مدد كفاية المخزون المثبت من الغاز الطبيعي للإنتاج في المدة 1984–2005م

السنة	عدد السنوات بالعالم	عدد السنوات بأوبك	عدد السنوات بالسعودية
1984	58	245	198
1985	58	237	196
1986	60	242	160
1987	59	230	156
1988	58	228	173
1989	63	229	175
1990	64	225	156
1991	67	235	148
1992	68	223	137
1993	67	215	131
1994	68	211	123
1995	67	200	129
1996	66	200	128
1997	67	189	128
1998	67	193	130
1999	65	182	133
2000	66	191	127
2001	69	219	120
2002	68	210	116
2003	67	204	112
2004	65	190	104
2005	64	179	97

المصدر: من حساب الباحث بناءً على بيانات النشرة السنوية الإحصائية، أوبك، 2005م.

توضح إحصاءات الجدول (3–7) أن المخزون المثبت من الغاز الطبيعي عالمياً يكفي للإنتاج بمعدلاته الحالية لعام 2005م لمدة 64 سنة، بينما يكفي مخزون أوبك للإنتاج لمدة 179 سنة، بينما يكفي المخزون السعودي للإنتاج لمدة 79 سنة، ويوضح الشكل (3–8) التغير في مدد كفاية المخزون المثبت من الغاز الطبيعي للإنتاج عالمياً وعلى مستوى أوبك والمملكة العربية السعودية خلال المدة 1984–2005م.

الشكل (3–8) مدد كفاية المخزون المثبت من الغاز الطبيعي للإنتاج عالمياً ولأوبك والمملكة العربية السعودية في المدة 1984–2005م.



3–2–10 الطلب على الطاقة:

الطلب على مصادر الطاقة Demand of Energy هو طلب مشتق من الطلب على الصناعات أو السلع والخدمات النهائية التي تستخدم الطاقة في مراحل إنتاجها أو توفيرها المختلفة، وبشكل عام فإن الطلب على الطاقة هو طلب متزايد (موجب) عبر الزمن يتأثر بالعديد من المتغيرات والعوامل التي تتباين من حيث الأهمية ودرجة التأثير من مجتمع لآخر، ومن وقت لآخر، إلا أنه يجب أخذ مجملها في الاعتبار في أي دراسة لتقدير حجم الطلب على الطاقة ومن أهم هذه العوامل أو المحددات:

1) متوسط دخل الفرد:

من خلال الدراسات الإحصائية التطبيقية في هذا المجال هناك توافق على علاقة طردية بين مستوى دخل الفرد ومستوى معيشته واستهلاكه من الطاقة؛ فكلما ارتفع دخل الفرد ازداد مستوى استهلاكه من الطاقة. ونلاحظ ذلك بشكل واضح عند دراسة الأرقام الخاصة بمتوسط استهلاك الفرد من الطاقة في كل من البلاد الصناعية المتقدمة والبلاد النامية، فاستهلاك الفرد من الطاقة في البلاد

الصناعية المتقدمة (معبراً عنه بالاستهلاك من الفحم) وصل إلى 7495 كيلو جرام في المتوسط في عام 1980م، وفي داخل هذه المجموعة من الدول يعد متوسط الاستهلاك في الولايات المتحدة وكندا من أعلى المعدلات. أما بالنسبة للدول النامية فإن متوسط استهلاك الفرد من الطاقة قد وصل إلى 368 كيلو جرام من الفحم للعام نفسه، وهو ما يساوي 5٪ فقط من متوسط استهلاك الفرد من الطاقة في البلاد الصناعية المتقدمة، وحتى في داخل مجموعة البلاد النامية منخفضة الدخل فيلاحظ أن متوسط استهلاك الفرد من الطاقة منخفض جداً في البلاد الأشد فقراً، فمثلاً نجد أن متوسط استهلاك الفرد في السودان وأثيوبيا وصل 101 كيلو جرام، 25 كيلو جرام على التوالي عام 1980م. (المصدر: إسماعيل، محمد محروس، اقتصاديات البترول والطاقة، دار الجامعات المصرية، 1988م).

2) أسعار الطاقة:

الطلب على الطاقة شأنه شأن السلع الأخرى يخضع لقانون الطلب، فكلما انخفضت أسعار الطاقة ارتفع الاستهلاك منها، والعكس صحيح. أي إن هناك علاقة عكسية بين سعر الطاقة والكمية المطلوبة منها. إلا أن تأثير السعر على حجم الاستهلاك من الطاقة يتوقف على مدى وجود بدائل أخرى للطاقة، فكلما أرتفع سعر مصدر معين للطاقة يتم التحول إلى المصادر البديلة الممكنة التي تكون أرخص نسبياً وخاصة في المدى الطويل. كما أن سعر الزيت الخام أو المصدر الرئيس للطاقة يعتمد على مواصفات الزيت الخام، ففي حالة البترول هناك فرق بين سعر الزيت الخام الخفيف وسعر الزيت الخام الثقيل، لأن المنتجات التي يمكن إنتاجها من الخام الخفيف عند تكريره تعتبر ذات قيمة اقتصادية أعلى من تلك التي تنتج من الخام الثقيل، ويلاحظ أن مرونة الطلب السعرية للزيت الخام تكون أكثر انخفاضاً في المدى القصير، أي إن المستهلك سوف يكون مضطراً لاستهلاك الكمية نفسها أو كمية أقل قليلاً في حالة ارتفاع السعر؛ بينما تميل مرونة الطلب السعرية إلى الكبر نسبياً في المدى الطويل، الأمر الذي يجعل المستهلك يتحول إلى استهلاك سلع بديلة أرخص نسبياً في المدى الطويل. ومن المفيد في هذا النطاق معرفة أن هناك فرقاً بين السعر الاسمي للزيت الخام وسعره الحقيقي، فعلى سبيل المثال

السعر الحقيقي لبترول أوبك OPEC هو متوسط السعر الفوري للزيت الخام مقارناً بأسعار تصدير السلع المصنعة في دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية OCED إلى دول أوبك، وهو بعبارة أخرى القوة الشرائية لبرميل خام أوبك من السلع والخدمات المختلفة؛ فعلى سبيل المثال كان السعر الفوري لبرميل النفط عام 1991 حوالي 18 دولاراً، بينما السعر الحقيقي له حوالي 14 دولاراً.

3) هيكل الإنتاج ومعدل النمو الاقتصادي:

تشير الإحصاءات إلى وجود علاقة طردية بين معدل النمو الاقتصادي ومعدل الاستهلاك من الطاقة، فيلاحظ أن الدول الصناعية هي الأعلى في معدلات استهلاك الطاقة؛ ويرجع ذلك جزئياً إلى زيادة معدل النمو الصناعي والاقتصادي فيها، على عكس الدول النامية التي تعتمد اقتصادياتها على الزراعة، وتمثل الصناعة جزء بسيطاً فيه. ويعد معدل استهلاك الطاقة للفرد الواحد مؤشراً رئيسياً لطبيعة التطور الاقتصادي ودرجة النمو. وتكشف الإحصاءات أنه بالرغم من توفر الموارد الاقتصادية الضخمة لدى الدول النامية (خاصة البترول والغاز)، ورغم أن عدد سكان البلدان النامية يزيد بأكثر من أربعة أضعاف عدد سكان الدول الصناعية المتقدمة؛ إلا أن استهلاك الطاقة في البلدان النامية لا يشكل إلا جزء صغيراً من استهلاك الطاقة في العالم. يلاحظ تزايد استهلاك البلدان النامية من الطاقة كلما زاد معدل نموها الاقتصادي. ويمثل البترول الجزء الأكبر من مصادر الطاقة المستهلكة في الدوال النامية حيث بلغت نسبته 54.7٪ يليه الفحم 21.7٪ فالغاز 13.4٪ أما الطاقة المائية فقد شكلت نسبة 9.3٪ في حين كانت نسبة الطاقة النووية 0.9٪ من إجمالي الطاقة المستهلكة. (المصدر، الماشطة، محمد علي عبد الكريم، الطاقة والنفط واتجاهات الطلب حتى عام 1985م، مطبعة الأديب البغدادية، 1977م؛ مندور، أحمد محمد وآخرون، اقتصاديات الموارد والبيئة، مؤسسة شباب الجامعة، 1995م).

4) التوقعات المستقبلية بمدى وفرة أو كفاءة استخدام الطاقة:

يتأثر الطلب على الطاقة في المستقبل بمدى التقدم الذي يتحقق في كفاءة استخدام الطاقة ومدى التقدم التقني في وسائل الإنتاج، فكلما تطورت التقنية مع

مرور الزمن، كلما زادت الكفاءة في استخدام الطاقة. فعلى سبيل المثال ترتب على إحلال زيت الديزل محل الفحم في قاطرات السكك الحديدية؛ ازدياد الكفاءة في استخدام الطاقة حيث أستطاع كل طن من الزيت أن يوفر من الفحم كمية تصل إلى 7 أطنان مع أن كل طن زيت يعادل فقط من حيث القيمة الحرارية 1.5 طن. كما أن محركات السيارات كانت تعبر مسافة 4 كيلو متر للتر الواحد، والآن أصبحت تعبر مسافة 12 كيلو للتر الواحد، وبمعنى أن كفاءة الاحتراق فيها قد تضاعفت ثلاث مرات. (المصدر: مندور، أحمد محمد وآخرون، اقتصاديات الموارد والبيئة، مؤسسة شباب الجامعة، 1995م).

5) القدرة على تنسيق السياسات النفطية:

تعد منظمة الدول المصدرة للبترول (أوبك) OPEC التي تأسست سنة 1960م أهم تكتل في سوق البترول والغاز الطبيعي، وتتكون هذه المنظمة من ثلاثة عشرة دولة هي (السعودية، الكويت، العراق، إيران، فنزويلا، قطر، الأمارات، اندونيسيا، ليبيا، الجزائر، نيجريا، الأكوادور، الجابون)، وتمتلك مجتمعة ما يربو على 78.4٪ من مخزون البترول العالمي، وحوالي 49.6٪ من مخزون الغاز الطبيعي العالمي عام 2005م. ويبلغ إنتاج دول هذه المنظمة مجتمعة حوالي 42.7٪ من إنتاج البترول العالمي، وحوالي 17.6٪ من إنتاج الغاز الطبيعي العالمي لنفس العام (المصدر، الجداول السابقة)، . كما أن منظمة الدول العربية المصدرة للنفط (أوابك) OAPEC التي أنشأت عام 1968م، وتضم ثلاثة عشر دولة هي (الأمارات، البحرين، تونس، الجزائر، السعودية، سوريا، العراق، قطر، الكويت، ليبيا، مصر، عمان، اليمن)، وتملك متجمعة حوالي 62٪ من مخزون العالم عام 1996م، ويبلغ إنتاجها حوالي 27.5٪ من الإنتاج العالمي لنفس العام تكتل آخر ولكن أقل أهمية في سوق البترول، (المصدر، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، تقرير الأمين العام السنوي الثالث والعشرون 1996م)، وتمثل قدرة أوبك على تنسيق قوى العرض والطلب في سوق النفط العالمي أهم عامل في تحديد الأسعار لهذا الخام؛ وتحديد مستوى العائد الاقتصادي المجزي لهذه الدول مقابل هذا المورد القابل للنضوب.

6) معدل التلوث البيئي:

يعتمد النمو الصناعي والاقتصادي على استهلاك كميات متزايدة من الطاقة (خاصة مصادر الطاقة القابلة للنضوب من البترول والفحم والطاقة النووية)، وبالرغم من أن النمو الاقتصادي والصناعي يهدف إلى الارتفاع بمستوى الرفاهية الاقتصادية للإنسان وتحسن ظروف ونوعية الحياة، إلا أنه أيضاً يؤدى إلى تلوث البيئة Environment of Pollution، حيث يؤدى تصريف النفايات وفضلات المصانع إلى تلوث مصادر المياه، ويؤدى دخان المصانع وعوادم السيارات إلى تلوث الهواء، كذلك يؤدى ضجيج الآلات والماكينات إلى التلوث الضوضائي، وأيضاً يؤدى تلوث التربة الناتج عن دفن النفايات والمخلفات الصناعية وغيرة من أنواع التلوث التي وصلت إلى التلوث الجيني. وقد أدراك علماء الايكولوجي أن كتلة المواد والطاقة التي تخرج من البيئة يجب أن تعادل كتلة النفايات العائدة إليها خصوصاً في ظل عدم وجود نظام لتدوير الموارد وعدم تراكم أي مخزون سلعي. وهذا يبرز العلاقة الطردية بين التلوث البيئي ومعدلات استهلاك الطاقة التقليدية. الأمر الذي جعل معظم دول العالم تفرض رسوم كربونية على الدول المصدرة لهذه المصادر، وإلى بالبحث عن مصادر طاقة نظيفة. أيضاً هناك مجموعة أخرى من العوامل التي تؤثر على طلب الطاقة: الطقس أو المناخ، وعدد السكان، والقوانين المنظمة لاستهلاك الطاقة، والتباين في مستويات التقدم الاقتصادي والصناعي، والضرائب المفروضة على الواردات أو المنتجات من مصادر أو منتجات الطاقة، والسياسات الأخرى في الدول المستهلكة.

3-3 المخزون ومعدل الاستخراج والمخزون المتبقي:

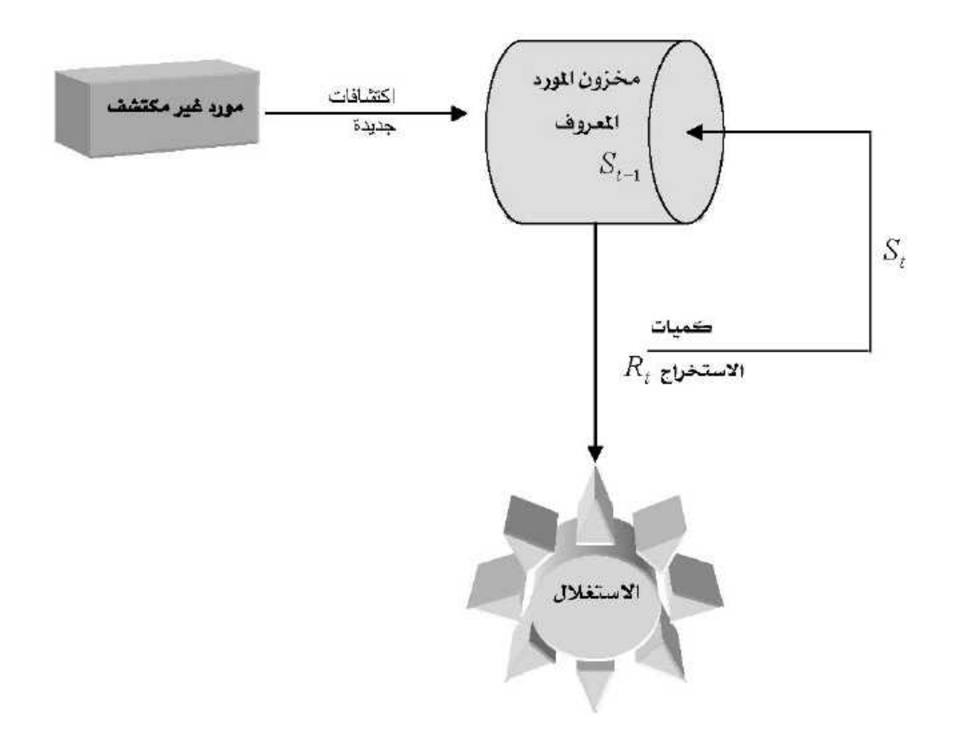
سبق لنا تعريف المورد القابل للنضوب بأنه ذلك المورد الطبيعي الموجود في الطبيعة بكميات معروفة ومحددة وأنه غير قابل للنمو أو التكاثر في مدى زمني قابل للتخطيط من الناحية الاقتصادية، وبذلك يكون معدل نموه أو تكاثره قليل نسبياً خلال أي مدى زمني تخطيطي ولكن ليس في المدى الزمني الجيولوجي. ويعد النفط والمعادن بأنواعها أمثلة نمطية على المورد القابل للنضوب، حيث إنه يمكن اعتبار أنه لا يمكن نمو كمياتها الموجودة في الأرض

حالياً إلا خلال أزمنة جيولوجية قد تصل إلى ملايين السنين لا اعتبار لها في أي مجال تخطيطي منطقي. ويعرف أنتوني فشر (1981م) الاحتياطيات بأنها الكميات المعروفة من المورد الممكن الربح من وراء استخراجها وبيعها بأسعار السوق السائدة للمورد ووسائل الإنتاج التي استخدمت في استخراجها وتنقيته ليكون جاهزاً للبيع. كما يوضح بروبست* (1966م) أن هناك احتياطيات غير اقتصادية يمكن أن تصبح اقتصادية، عن طريق تغير الظروف الاقتصادية (الأسعار) أو تغير التقنيات المستخدمة في استخراجها (التكاليف)، كما يفرق بروبست بين النضوب الجيولوجي والنضوب الاقتصادي حيث يقصد بالأول استخراج كامل الاحتياطي الموجود في حقل أو منجم وهو يعد نفاذ نهائي للمورد، بينما النضوب الاقتصادي يعني عدم ربحية الاستمرار في الاستخراج من هذا الحقل أو المنجم لارتفاع التكاليف أو انخفاض الأسعار أو غيرها من العوامل المؤثرة على الربحية منه. وعادة ما توجد هذه الموارد في تكوينات يمكن علمياً تقدير كمياتها يطلق عليها مخزون المورد المعروف Reserves أو Stocks، وسيرمز لها في هذا الكتاب بـ S_t حيث ترمز t إلى المدة الزمنية التي حسب فيها مخزون المورد القابل للنضوب؛ ويعد مستوى المخزون S_t متغيراً حالياً State variable يوضح حالة المخزون عند فترات زمنية مختلفة يرمز لها بـ t. هذا المورد يمكن استغلاله أو استخراجه Extraction بمعدل R_t حيث ترمز t إلى المدة الزمنية التي يتم فيها الاستخراج ويعد مستوى الاستخراج R_t متغيراً خارجياً أو قرارياً أو متغيراً تحكمياً Control Variable or Decision Variable حيث يمكن لمتخذ القرار الاقتصادي التحكم فيه أو اتخاذ قرار حياله. فإذا تم استخراج الكمية R_t في المدة t من المخزون S_{t-1} المتوفر في المدة $t-1$ فإن "المخزون المتبقي" للمدة التالية t هو S_t وهو ما يمكن تمثيله في المعادلة التالية:

$$S_t = S_{t-1} - R_t \qquad (1)$$

* انظر Kamien & Schwartz.

الشكل (3-9) ديناميكية مخزون المورد



وتوضح المعادلة (1) وكذلك الشكل (3-9) أن مخزون المورد في المدة الحالية S_t = مخزون المورد في المدة السابقة S_{t-1} مطروحاً منه الكمية المستخرجة من المورد في المدة الحالية R_t ؛ هذه المعادلة أو القيد الرياضي هي متطابقة تعريفية لنضوب المخزون، ويطلق عليها أحياناً "قيد النضوب" حيث توضح معادلة الفروق الديناميكية التي يتغير بها مخزون المورد، وكذلك سلوك المخزون المتبقي S_t عند أي مدة من الزمن التخطيطي. كما يمكن كتابة معادلة قيد المخزون أنفة الذكر بأشكال مختلفة منها:

$$S_t = S_0 - R_t$$

حيث تشير S_0 إلى المخزون الابتدائي، أي الذي يمكن استخراجه عند أول مدة زمنية، والذي ينخفض بمعدل الاستخراج الحالي R_t ، ليكون الناتج S_t هو

المخزون الحالي في آخر مدة الاستخراج. كما يمكن أيضاً كتابة المعادلة بالصيغة التجميعية كما يأتي:

$$S_t = S_0 - \sum_{t=1}^{T} R_t$$

حيث تشير المعادلة إلى أن المخزون الحالي S_t يساوي المخزون الابتدائي S_0 مطروحاً منه مجموع ما تم استخراجه خلال المدة $(1,2......,T)$ أو $\sum_{t=1}^{T} R_t$ وهو ما يمكن أيضاً كتابته بطريقة مفصلة كما يأتي:

$$S_t = S_0 - R_1 - R_2 - R_3 - R_4 - ....R_t$$

ويوضح الشكل (3–9) أن العوامل المؤثرة على المخزون المتبقي S_t هي معدل الاستخراج R_t والاكتشافات الجديدة، وحيث إن الاكتشافات الجديدة لمكامن جديدة للمورد تعد عاملاً خارجياً لا علاقة له بالمخزون الحالي أو معدل الاستخراج الحالي، وبالتالي فإنها لا تدخل في معادلة ديناميكية النضوب للمورد.

السؤال المهم هنا هو كيف يتم استخراج أو استغلال المورد، أي ما هي قيمة كل من $\left(R_t , R_{t+1} ....R_{t+n}\right)$ من المخزون المعروف للمورد S_0 بحيث يؤدي ذلك الاستخراج إلى تعظيم العائد على المدى الزمني التخطيطي للمورد؟ أو بعبارة أخرى متى يتم الاستخراج وما هي الكميات التي يتم استخراجها خلال كل مدة زمنية؟

3–4 الهدف الاجتماعي من استغلال المورد:

يختلف هدف المجتمع من استغلال المورد القابل للنضوب عن هدف المنتج الخاص من عدة جوانب؛ فالمنتج الخاص هدفه تعظيم ربحه على مدى زمني قصير أو متوسط بحسب عمره أو خططه الاستثمارية الحالية والمستقبلية، وهو ما يمكن تمثيله بتعظيم Maximization القيمة الحالية لمجموع فائض المنتج فقط الذي تمثل بيانياً بالمنطقة المحصورة بين خط السعر ومنحنى التكاليف. بينما المجتمع يهدف إلى تعظيم القيمة الحالية لمجموع فائض المنتج وفائض المستهلك الذي يطلق عليه

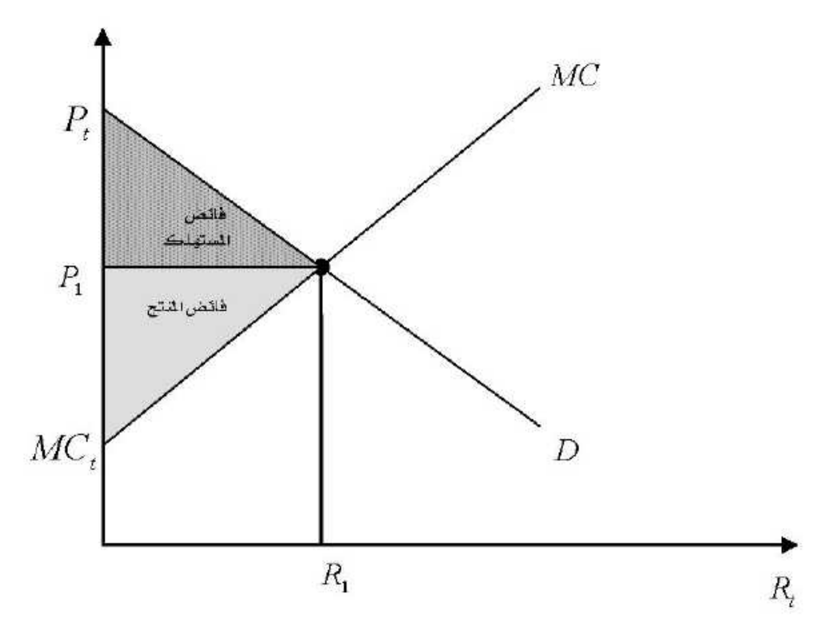
فائض المجتمع ويمكن تمثيله بيانياً بالمنطقة المحصورة بين منحنى الطلب ومنحنى التكاليف الحدية أي منحنى العرض. وحيث إن كل الموارد تعود ملكيتها إلى المجتمع حتى وإن امتلك بعضها الأفراد، حيث إنهم جزء من المجتمع، فإن الهدف الاجتماعي لاستغلال المورد هو الهدف الصحيح من وجهة نظر المجتمع أو المخطط الاجتماعي، أي تعظيم فائض المجتمع (مجموع فائض المستهلك والمنتج) والتي يمكن حسابها كما يأتي:

$$P_t = P(R_t)$$

$$MC_t = MC(R_t)$$

حيث R_t هي كمية المورد المستخرجة في المدة الزمنية t، بينما P_t هو سعر المورد آنذاك، و MC_t هي التكلفة الحدية للمورد في المدة الزمنية t، ويوضح الشكل (3—10) توازن المنتج الخاص من إنتاجه للسلع العادية.

الشكل (3—10) هدف المنتج للسلع العادية



ويوضح الشكل (3—10) أن شرط التوازن في إنتاج السلع العادية هو أن السعر يساوي التكلفة الحدية MC_t، حيث:

$$P_t = MC_t$$

ولكن هذا الشرط يمكن تطبيقه وقبوله في حالة السلعة العادية القابلة لإعادة الإنتاج؛ بينما المورد القابل للنضوب محدود الكمية وغير قابل لإعادة الإنتاج (أو الاستخدام) في أغلب الأحيان. فالنفط مثلاً لا يمكن إعادة استخدامه، وحتى لو كان هناك موارد قابلة للنضوب ولكنها قابلة لإعادة الاستخدام كبعض المعادن، فإن كمياتها تعد قليلة، إضافة إلى ارتفاع تكاليف تدويرها. وعليه، فإن استهلاك وحدة واحدة من مخزون المورد القابل للنضوب يكون له تكلفة فرصة بديلة Opportunity Cost (OC) لأن المخزون سينخفض بحجم كمية الاستخراج أو الإنتاج. وعليه فإن شرط التوازن السابق لا يمكن قبوله اقتصادياً، بل أن شرط التوازن للمورد القابل للنضوب الذي يمكن قبوله اقتصادياً هو أن السعر يساوي التكاليف الحدية لاستخراج المورد مضافاً إليها تكلفة الفرصة البديلة OC لنضوب المورد أي:

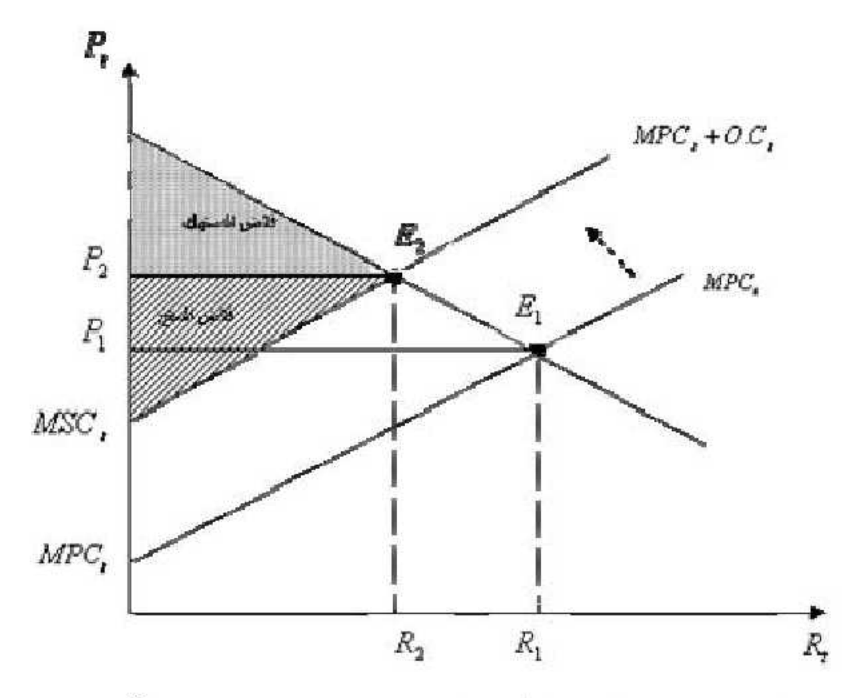
$$P_t = MC_t + OC_t$$

حيث تصبح التكاليف الاجتماعية الحدية) MSC_t Marginal Social Cost (تساوي التكاليف الحدية الخاصة MPC مضافاً إليها تكاليف الفرصة البديلة OC أي:

$$MSC_t = MC_t + OC_t$$

وبذلك يتغير كما في الشكل البياني فائض المنتج والمستهلك في حالة وجود تكاليف فرصة بديلة نتيجة لزحف منحني التكاليف إلى أعلي بما يوازي تكاليف الفرصة البديلة O.C إلى منحني التكاليف الاجتماعية MSC_t.

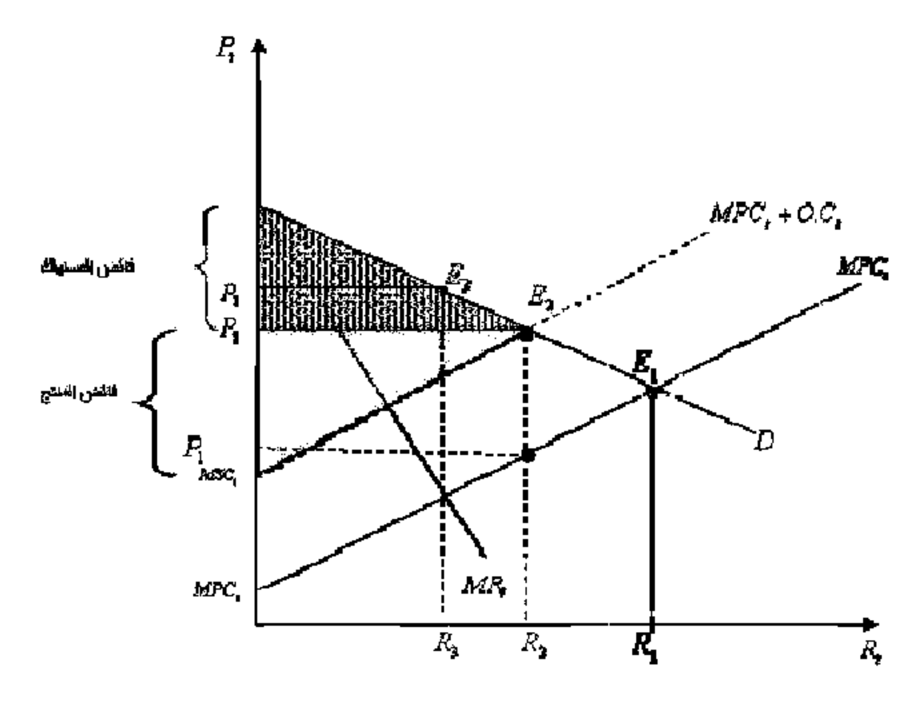
الشكل (3–11) هدف المنتج للمورد الناضب في سوق المنافسة التامة



نلاحظ من الشكل (3–11) أن نقطة التوازن للسلع العادية في الأسواق الكفؤة هي E_1 ، بينما نقطة التوازن الجديدة للمورد القابل للنضوب (حيث الأسواق لا تعبر عن تكلفة النضوب) هي E_2 ؛ وأن السعر التوازني في حالة أخذ تكلفة الفرصة البديلة OC في الاعتبار يصبح P_2 وهو أعلى من السعر بدون أخذ الفرصة البديلة في الاعتبار P_1 ، حيث يتم تحديد الكميات المثلى للاستخراج R_1 والسعر التوازني P_1 عند نقطة التوازن E_1 كما أن الكمية التوازنية المنتجة في حالة وجود تكلفة الفرصة البديلة للنضوب هي R_2 وهي أقل من الكمية التوازنية R_1 في حالة عدم أخذ تكلفة فرصة بديلة للنضوب في الاعتبار، بينما السعر التوازني هو P_2 وهو أعلي من السعر التوازني السابق P_1 . كما نلاحظ أن حجم كل من فائض المستهلك وفائض المنتج قد انخفضا مع أخذ تكلفة الفرصة البديلة للمورد القابل للنضوب في الحسبان، وهو ما يؤثر أيضاً على حجم فائض المجتمع.

من الجدير بالذكر هنا أن المنتج لو كان محتكراً، كما هو الحال للمخطط الاجتماعي الذي يسيطر على كل موارد البترول لبلد ما ويحاول تحديد مستوى الإنتاج الأفضل فيه، فإن نقطة توازنه لن تكون عند E_2 ولن ينتج الكمية R_2 ولكن سيكون إنتاجه حسب قواعد إنتاج المحتكر؛ التي يمكن توضيحها من خلال الشكل (3—12) التالي:

الشكل (3—12) هدف المنتج للمورد الناضب في سوق الاحتكار



ونلاحظ من الشكل (3—12) السابق أن المنتج المحتكر سيقوم بالإنتاج عند نقطة تساوي التكاليف الاجتماعية الحدية أي التكاليف الحدية مضافاً إليها تكلفة الفرصة البديلة للنضوب مع الإيراد الحدي أي تساوي $MPC_t + O.C_t$ مع MR_t، وستكون نقطة توازنه عند نقطة E_3، وسيكون الإنتاج عند هذه النقطة هو R_3 وهو مستوى إنتاجي أقل من R_1 و R_2 السابقتين وسيفرض المحتكر سعراً أعلى من P_1 و P_2 هو P_3. وبذلك يكون منتج المورد الناضب المحتكر الذي يتصرف كمحتكر ينتج كمية أقل من المورد ويفرض سعراً أعلى للمورد الناضب؛ من ذلك

المنتج الذي يتصرف كأنه في سوق منافسة تامة E_2. كما نلاحظ أن فائض المستهلك في توازن المحتكر E_3 ينخفض عن ما كان عليه في الحالتين E_1 و E_2 بينما فائض المنتج المحتكر يزيد على حساب فائض المستهلك.

ونعني بتكلفة النضوب (الفرصة البديلة) OC أنها القيمة التي كان بالإمكان الحصول عليها من المورد فيما لو تم الاحتفاظ بالمورد واستخراجه في مدة زمنية لاحقة في مدة نضوبة، أو التكلفة التي يجب أن يتحملها الجيل الحالي في حال نضوب المورد من أجل تعويض الجيل المستقبلي. ويعني هذا أن المورد القابل للنضوب يجب أن تكون كمية استغلاله أقل مما لو كان سلعة عادية أو مورداً غير قابل للنضوب. وتمثل المسافة بين R_1 و R_2 الفرق بين مستوى الاستخراج للمورد العادي والمورد القابل للنضوب، كما تمثل المسافة بين P_1 و P_2 الفرق المثالي بين سعر المورد العادي وسعر المورد القابل للنضوب، كما أن هذا الفرق يمثل تكلفة الفرصة البديلة (تكلفة النضوب) أو ما يسمى أحياناً ريع المورد القابل للنضوب، أو إيجار المورد. كما تمثل المسافة بين R_2 و R_3 الفرق بين مستوى الاستخراج للمورد القابل للنضوب في حالة سوق المنافسة التامة مع مستوى الاستخراج في حالة سوق الاحتكار، كما تمثل المسافة بين P_2 و P_3 الفرق المثالي بين سعر المورد الناضب في حالة سوق المنافسة التامة عنه في حالة سوق الاحتكار وبعبارة أخرى يصبح شرط التوازن:

في حالة المنافسة التامة:

$$P_t = MPC_t + OC_t$$

في حالة الاحتكار:

$$MR_t = MPC_t + OC_t$$

ونلاحظ في تحليلنا السابق لحالة السلع العادية أننا نفترض حالة ساكنة (Static)، أي إنه لا توجد فترات زمنية غير الحاضر؛ أو بعبارة أخرى هناك مدة زمنية واحدة فقط بينما في حالة المورد الناضب هناك فترات زمنية تعتمد على المدى الزمني للتخطيط الاجتماعي، مما سبق يمكن تحديد هدف المنتج المحتكر من استخراج

المورد القابل للنضوب بأنه تعظيم القيمة الحالية لإجمالي العوائد الناتجة من استغلال المورد خلال المدة الزمنية التخطيطية للمنتج (المدة الزمنية المأخوذة بالاعتبار). وهو ما يمكن التعبير عنه رياضياً:

$$Max\sum_{t=1}^{T}\pi_t = \sum_{t=1}^{T}\frac{TR_t - TC_t}{(1+r)^{t-1}}$$

هذه المعادلة أو الصيغة تعني أن $\sum_{t=1}^{T}\pi_t$ هي القيمة الحالية لعائد أو ربح استخراج المورد خلال المدى الزمني التخطيطي T، وتعتمد قيمة هذه المعادلة على سعر المورد خلال كل مدة زمنية t حيث الإيراد الكلي TR_t لاستخراج المورد $TR_t = P_t \cdot R_t$ وتكلفة الاستخراج TC_t وكمية المخزون S_t ومعدل الخصم r، هذه الدالة أو القيمة العظمى هي هدف المنتج المحتكر ولذلك تسمى (دالة الهدف). ونقوم بإيجاد القيمة الحالية لصافي العائد أو الربح من استخراج المورد بطرح القيمة الحالية لتكلفة الاستخراج في كل مدة زمنية من القيمة الحالية لمجموع الإيراد الحدي في كل مدة زمنية؛ وهي خاضعة لقيود أو بعبارة أخرى يجب أن يتم تحقيقها مع مراعاة القيود الكمية أو المخزونية أو الرياضية المفروضة على هذا الهدف، ومن هذه القيود أو الشروط على وجه التحديد هي:

أن مجموع ما يتم استخراجه خلال الفترات الزمنية المختلفة لا يتجاوز كمية المخزون الابتدائي S_0 المتوفر للاستخراج، أي إن:

$$\sum_{t-1}^{T}R_t \leq S_0$$

ونلاحظ هنا أن كمية المخزون المتبقية تعتمد على كمية المخزون الابتدائي ومجموع الكميات المستخرجة وأي كميات جديدة مكتشفة، وبعبارة أخرى فإن:

$$S_t = S_{t-1} - R_t$$

أن معدل الاستخراج أو الإنتاج من المورد لا يمكن أن يكون سالباً، وبمعنى آخر لا يمكن أن تتم إعادة حقن أو إمداد مخزون المورد بالكميات التي تم استخراجها سابقاً:

$$R_t \geq 0$$

أى أن مستوى أو معدل الاستخراج لأي مدة أما أن يكون موجب أو يكون صفراً لكل الفترات الزمنية في المدى التخطيطي.

هذا الأنموذج الرياضي المكون من معادلة الهدف والقيود المفروضة عليها يمثل ما يسمي رياضياً بأنموذج تحكم أمثل Optimal Control ويمكن حله لإيجاد كميات الاستخراج المثلي بطرق مختلفة. فهناك منهجيات رياضية مختلفة لحل مسائل التحكم الأمثل مثل طريقة لاجرانج أو البرمجة الحركية Dynamic Programming أو المعادلات التفاضلية Differential Equations، أو معادلات الفروق Differences Equation التي نستخدمها كما أن هذا الأنموذج للتحكم الأمثل يمكن حله رياضياً بسهولة في حالة أن المدى الزمني لتعظيم دالة الهدف هو وحدة أو وحدتين زمنيتين، أي إن المدى الزمني هو: $T=1$ أو $T=2$.

ولكن متى ما كان المدى الزمني Time Horizon لتعظيم دالة الهدف أكبر من مدتين زمنيتين، فإن الحل يتطلب برمجيات استخدام الحاسب الآلي لإيجاد الحل الأمثل. وحل مثل هذه المسائل بالحاسب رقمياً يمكن أن يتم بطرق مختلفة، منها لغات البرمجيات المختلفة مثل Visual BASIC أو FORTRAN أو برامج الجداول مثل EXCEL أو البرامج الجاهزة لحل مسائل البرمجة الرياضية مثل برنامج LINDO أو GAMS أو غيرها. وسنستعرض في الأجزاء القادمة طريقة الحل الرياضية في حالة أن المدى الزمني هو مدتين ومن ثم نتطرق للحل باستخدام البرمجيات في حالة أن المدى الزمني لأكثر من مدتين.

ولعل من المفيد هنا أن نلخص الأنموذج المبسط السابق الذي يعد الأنموذج الأساسي في الموارد القابلة للنضوب والذي أشتهر باسم من قدمه هارولد هوتلنج (1931م) في شكله الرياضي بطريقة مبسطة يمكن إعادة عرضها كما يأتي:

تعظيم دالة الهدف: $$Max \quad \sum_{t=1}^{T} \pi_t = \sum_{t=1}^{T} \frac{TR_t - TC_t}{(1+r)^{t-1}}$$

تحت قيود: S.T

قيد ديناميكية المخزون: $\sum_{t=1}^{T} R_t \leq S_0$

قيد عدم السالبية: $R_t \geq 0$

3-5 أنموذج هوتلينج لمدتين:

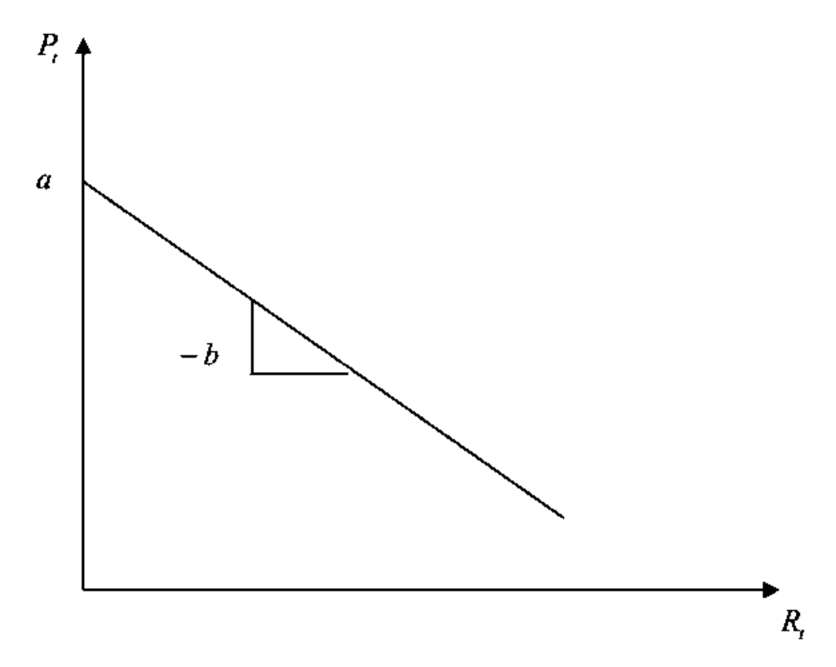
يعد قراي (L.C.Gray;1914) أول من قدم تحليلاً اقتصادياً مبسطاً لمورد قابل للنضوب، كان ممثلاً في منجم نحاس. كما يعد أنموذج هوتلينج (Hoteling, H.1931) أول تطبيق تحليلي رياضي متكامل في مجال الاستغلال الأمثل للموارد القابلة للنضوب من وجهة نظر المخطط الاجتماعي، حيث إن أحد أهم افتراضات هذا الأنموذج هو أن المنتج لهذا المورد محتكر للسوق، وهذا لا يتوفر غالباً إلا في المخطط الاجتماعي.

ومن الجدير بالذكر هنا أن كلاً من التحليل الاقتصادي لقراي وهوتلينج كانا على مستوى القطاع؛ أي: على مستوى المخطط الاجتماعي، لأنه لا يمكن أن يمتلك قطاع بالكامل للدولة التي يمثلها المخطط الاجتماعي؛ وكلاهما وصل إلى الشروط الضرورية نفسها والكافية للاستغلال الأمثل للمورد القابل للنضوب ويمكن بطرق مختلفة.

نقدم هنا الحالة العامة لأنموذج هوتلينج عندما لا يتم تحديد المدى الزمني لاستغلال المورد القابل للنضوب؛ أي إن المدى الزمني يعد مفتوحاً. نفترض هنا أولاً أن لدينا مورداً قابلاً للنضوب دالة الطلب عليه خطية، وبمعنى آخر فإن معكوس دالة الطلب على هذا المورد هي:

$$P_t = a - bR_t$$

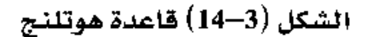

الشكل (3—13) منحنى طلب المورد القابل للنضوب

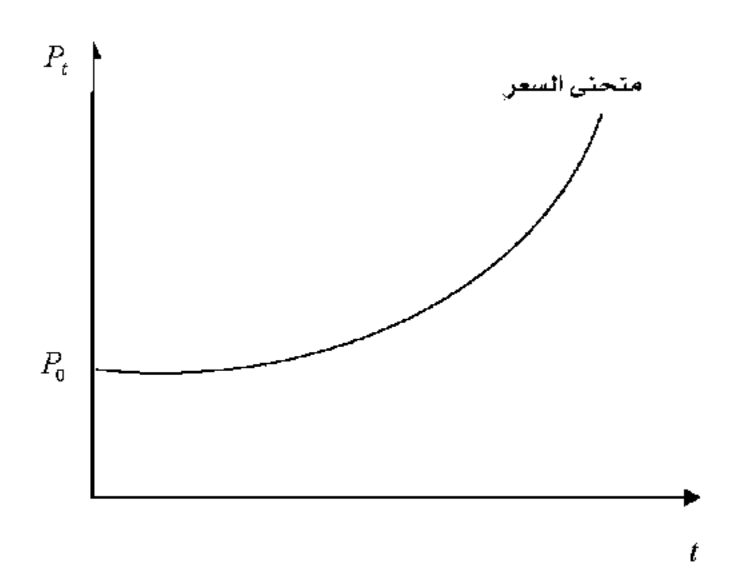


ويوضح الشكل (3—13) رسم دالة معكوس الطلب حيث P_t هو سعر المورد في المدة t ، و R_t هي الكمية المستخرجة منه، ويمثل a قاطع منحنى الطلب، وهي ترمز إلى الكمية المطلوبة في حال كون السعر يساوي صفراً، بينما $-b$ هي معامل مرونة الطلب، الذي يربط تغير السعر للمورد الناضب مع الكمية المستخرجة من المورد القابل للنضوب R_t ، بينما R_t هي كمية المورد القابل للنضوب المستخرجة في المدة t.

يوضح أنموذج هوتلينج استنتاجاً مهماً يسمى قاعدة هوتلينج Hoteling's Principle هو أن سعر المورد القابل للنضوب يتزايد عبر الزمن بمعدل يساوى الفائدة أو معدل الخصم، هذا الاستنتاج هو ما سمي فيما بعد بقاعدة هوتلينج ويمكن التعبير عنها رياضياً في الدالة الآتية وبيانياً في الشكل (3—14) كما يأتي:

$$P_t = P_0(1+r)^t$$


الشكل (3–14) قاعدة هوتلنج



وبعبارة أخرى تقول قاعدة هوتلنج إن سعر المورد في المدة t يساوي سعره في المدة الابتدائية P_o مركباً بمعدل r. وبذلك فإن مالك المورد سيكون سيان بالنسبة لوحدة من المورد الآن بسعر P_o أو في المستقبل t بسعر يساوي $P_0(1+r)^t$ ؛ هذا المبدأ هو ما تم تأكيده في الفصول السابقة من وجهة نظر اقتصاديات الموارد القابلة للنضوب، من اعتبار مخزون المورد القابل للنضوب غير المستخرج ثروة رأسمالية للمجتمع تعبر عن مخزون رأسمالي للمجتمع. كما يمكن التعبير عن هذه القاعدة كما يأتي:

فإذا كان السعر الابتدائي للمورد P_0 والسعر في المدة t هو P_t فإن:

$$P_t = MC_t + \frac{(P_0 - MC_t)}{(1+r)^t}$$

$$P_t = MC_t + (P_0 - MC_t)(1+r)^{-t}$$

$$P_t - MC_t = (P_0 - MC_t)(1+r)^{-t}$$

وتوضح المعادلة السابقة أن صافي الربح $P_t - MC_t$ من الاستخراج الحالي في الزمن t، يساوي القيمة الحالية لصافي الربح من الاستخراج $P_0 - MC_t$ في المدة الابتدائية. كما يمكن إعادة كتابة القاعدة السابقة لهوتلنج كما يأتي:

$$\frac{(P_t - MC_t) + P_0 - MC_t}{P_0 - MC_t} = r$$

حيث توضح القاعدة أنه كلما ارتفع السعر، فإن ريع المورد ينمو زمنياً بمعدل يساوي معدل الفائدة.

يفترض أنموذج هوتلنج هذا أن الطلب على المورد الناضب لن يتغير في المستقبل، ورجوعاً إلى هذا الأنموذج الذي يتعامل مع الموارد الطبيعية القابلة للنضوب في مكانها أو مناجمها على أنها أصل رأسمالي يستنتج ما يأتي:

أولاً: أن سعر المورد سيرتفع بمعدل الفائدة، بمعني أن:

$$\frac{dP}{dt} = rP$$

حيث يكون الحل لهذه المعادلة التفاضلية هو:

$$P_t = P_0^{e^{rt}}$$

حيث P_0 هو السعر الابتدائي.

ثانياً: أن مجموع ما سيتم استخراجه من المورد عبر المدى الزمني لن يزيد عن المخزون الابتدائي، وهو ما يمكن التعبير عنه رياضياً بطرق عدة، منها أن:

$$S_0 \geq \int_0^{\infty} R(t)dt$$

أو

$$S_0 \leq \frac{dR_t}{dt}$$

ثالثاً: سيكون هنالك توازن بين عرض وطلب المورد القابل للنضوب بمعنى أن سوق هذا القابل للنضوب سيكون في حالة توازن.

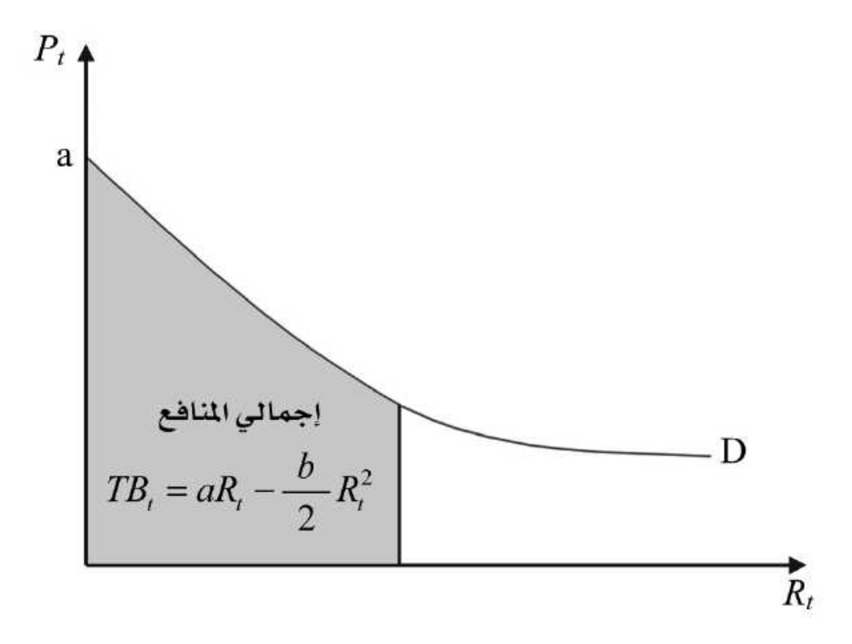
ومن خلال معادلة معكوس دالة الطلب (دالة السعر) المشار إليها يمكن الحصول على المنافع الإجمالية Total Benefit (TB_t) للمورد أو المساحة التي تكون تحت منحنى الطلب التي يمكن حسابها بتكامل المساحة تحت منحنى الطلب:

$$TB_t = \int_O^{R_t} (a - bR_t) dR$$

$$TB_t = aR_t - \frac{b}{2} R_t^2$$

وهي المساحة المظللة التي تحت منحنى الطلب كما في الشكل (3–15)

الشكل (3–15) المنافع الإجمالية للموارد القابلة للنضوب



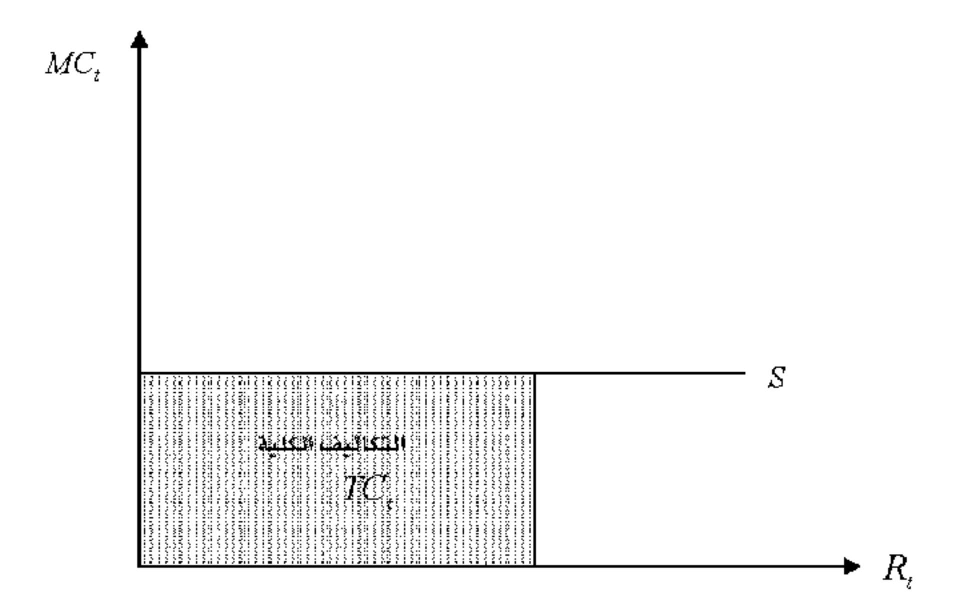
وإذا كانت التكاليف الحدية Marginal Cost (MC) لاستخراج المورد ثابتة Constant عند C فيمكننا الحصول على التكاليف الكلية Total Cost (TC_t) بحساب تكاملها كما يأتي:

$$MC_t = C$$

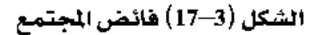
$$TC_t = CR_t$$

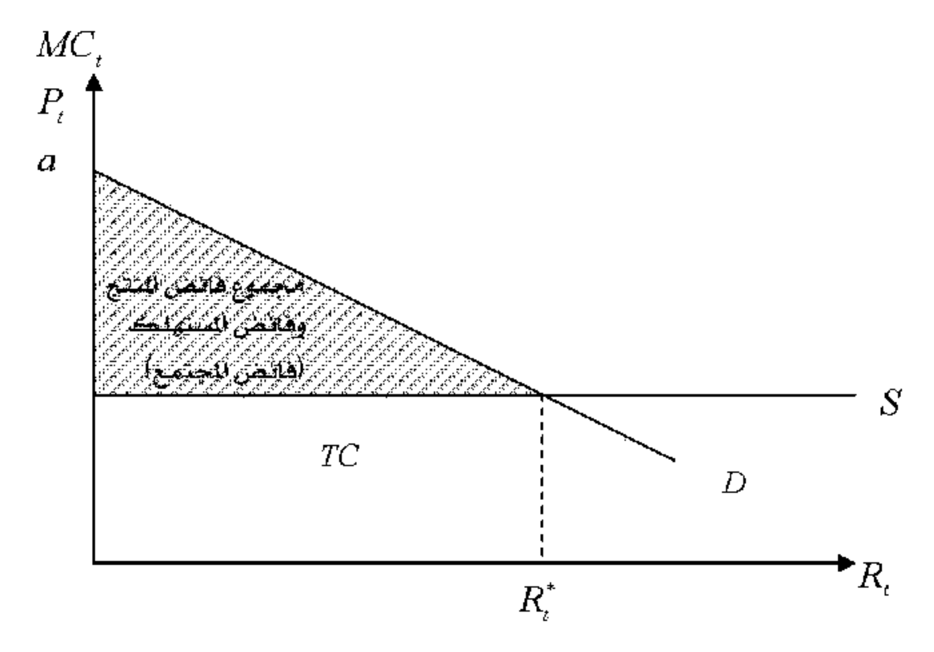
وبـذلك تكـون التكـاليف الكليـة هـي المسـاحة الـتي تحـت منحنـى العـرض S كما في الشكل (3–16) الآتي:

الشكل (3–16) التكاليف الكلية لإنتاج المورد القابل للنضوب



ومعروف أن فائض المجتمع هـو المنطقـة الـتي تحـت منحنـى الطلـب وفـوق منحنـى العـرض أي: هـي المسـاحة المظللـة في الـشكل (3–17)، وهـي تمثـل مجمـوع فـائض المستهلك وفائض المنتج.


الشكل (3–17) فائض المجتمع



إذا كان المخزون الموجود من هذا المورد هو S_0 بحيث تكون كمية المخزون الابتدائية هي $S_O = 20$ ، وكان المدى الزمني لاستغلال هذا المورد هو T ، فتكون بذلك مسألة التوزيع الأمثل للمورد (أنموذج التحكم الأمثل) خلال المدة T هي تعظيم قيمة دالة الهدف:

$$\underset{R_t}{Max}\sum_{t=1}^{T}\frac{\left(aR_t-\frac{b}{2}R_t^2-CR_t\right)}{(1+r)^{t-1}}$$

ويمكن إعادة كتابة معادلة الهدف السابقة كما يأتي:

$$\underset{R_t}{Max}\sum_{t=1}^{T}\frac{aR_t-\frac{b}{2}R_t^2}{(1+r)^{t-1}}-\frac{CR_t}{(1+r)^{t-1}}$$

حيث يمثل بسط الجزء الأول من المعادلة تكامل معكوس دالة الطلب على المورد القابل للنضوب؛ أي: المنطقة التي تحت منحنى الطلب، بينما يمثل الجزء الثاني من المعادلة تكامل دالة التكاليف(العرض)، أي: المنطقة التي تحت منحنى العرض.

ويكون الفرق بينهما مجموع فائض المنتج والمستهلك (فائض المجتمع) الذي يحاول المخطط الاجتماعي تعظيمه على المدى الزمني المحدد لاستغلال هذا المورد*.

تحت القيود الآتية: Subject to:

$$S_O \geq \sum_{t=1}^{T} R_t$$

$$R_t \geq 0$$

ويوضح القيد الأول أن مجموع ما يتم استخراجه من المورد خلال المدى الزمني $\sum_{t=1}^{T} R_t$ يجب أن يكون أقل من المخزون الابتدائي للمورد S_0 أو يساويه، بينما يوضح القيد الثاني أن معدل الاستخراج لكل مدة من مدد التعظيم لا يمكن أن يكون سالباً. حيث إن مستوى الاستخراج للمورد لا يمكن أن يكون سالباً.

ومن خلال المعطيات السابقة يمكن تكوين دالة لاجرانج التعظيمية لأنموذج التحكم السابق بإضافة قيد النضوب بعد مساواته بالصفر وضربه في مضروب الفرصة البديلة (لأمدا) λ كما يأتي:

$$L(R_t, \lambda) = \sum_{t=1}^{T} \frac{\left(aR_t - \frac{b}{2} R_t^2 - CR_t \right)}{(1+r)^{t-1}} + \lambda \left(S_O - \sum_{t=1}^{T} R_t \right)$$

وعن طريق التفاضل يمكن أن نحصل منها على الحل الأمثل:

الشرط الضروري الأول:

$$\frac{\partial L}{\partial R_t} = \frac{a - bR_t - C}{(1+r)^{t-1}} - \lambda = 0 \qquad (t = 1, \dots\dots\dots T)$$

الشرط الضروري الثاني:

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = \sum_{t=1}^{T} R_t - S_O = 0$$

---

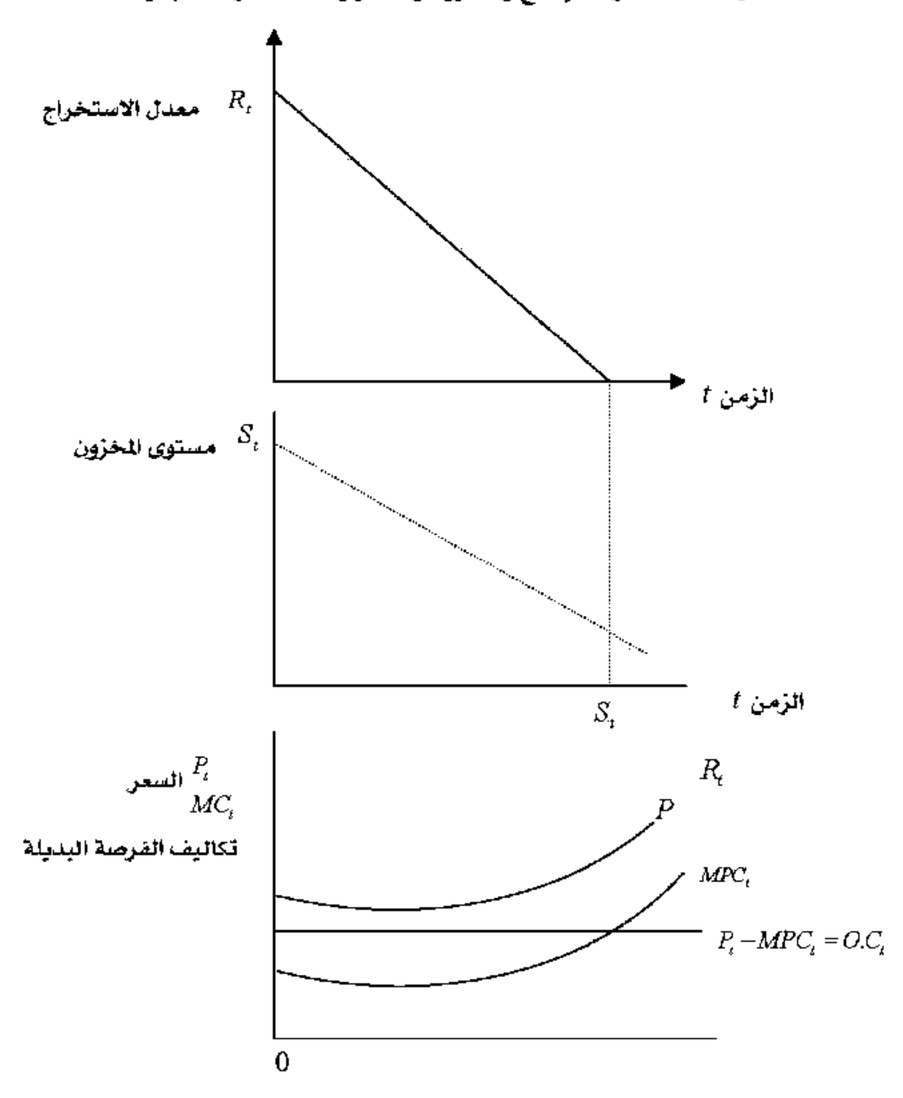
* لاستيضاح أكبر لمعنى فائض المستهلك وفائض المنتج وفائض المجتمع وطريقة حسابها أنظر الملحق الرياضي في الفصل الأخير.

وبعبارة أخرى فإن الشرط الضروري الثاني هو:

$$S_0 - \sum_{t=1}^{T} R_t = 0$$

وتمثل المعادلتان السابقتان شرطي التوازن الضروريين للاستخراج الأمثل للمورد خلال المدة T.

الشكل (3–18) سلوك الإنتاج والمخزون والسعر وتكلفة الفرصة البديلة



وتوضح الرسوم البيانية الثلاثة في الشكل (3—18) أعلاه:

1) أن معدل استخراج المورد R_t ينخفض مع مرور الزمن إذا كانت التكاليف الحدية للاستخراج متزايدة وكان معدل الخصم موجباً.

2) أن مخزون المورد S_t ينخفض تدريجياً مع مرور الزمن إلى أن يصبح المخزون الاقتصادي يساوي صفراً، يلاحظ هنا أن المخزون الاقتصادي هو ذلك الذي يمكن استخراجه بالأسعار والتكاليف الحالية أو المستقبلية المعروفة، لا يعني هذا بالضرورة نضوب المورد جيولوجياً، ولكنه يعني نضوب المورد اقتصادياً حسب الأسعار والتكاليف الحاليين. وهذا ما يعرف بالنضوب الاقتصادي للمورد.

3) كما يوضح الرسم البياني للسعر والتكاليف الحدية أن السعر والتكاليف الحدية للاستخراج سيتزايدان مع الزمن وأن الفرق بينهما عند كل مدة زمنية يساوي تكلفة الفرصة البديلة للنضوب.

ولتوضيح المسألة السابقة بشكل كافٍ نقوم بتحديد المدى الزمني $T = 2$ أي إن استغلال المورد السابق (ولنفترض أنه حقل نفطي) سيتم خلال مدتين زمنيتين، هما المدة الحالية $t = 1$ والمدة المستقبلية $T = 2$ وهذا يعني أنه لا بد من حساب القيمة الحالية لفائض المجتمع في المدة الثانية. ولنفترض أيضاً أن دالة التكاليف الكلية لاستخراج المورد هي $TC = cR_t$ حيث $c = 3$، وأن معكوس دالة الطلب على المورد هو $P_t = a - bR_t$ حيث $b = 0.5$ بينما $a = 20$؛ كما نفترض أن المخزون الابتدائي لحقل النفط هو $S_O = 40$، بينما معدل الخصم (سعر الفائدة تقريباً) يساوي $r = 10\%$. وعليه يمكن أولاً تكوين مسألة أو أنموذج التحكم الأمثل من خلال خطوتين؛ تعد الأولى منهما تحضيرية وتتمثل في اشتقاق تكامل معكوس منحنى الطلب الذي يحسب الإيراد الكلي أو المنطقة التي تحت منحنى الطلب أو فائض المستهلك وهي:

$$\int_O^{R_t} (a - bR_t) dR = aR_t - \frac{b}{2} R_t^2$$

تكامل معكوس دالة الطلب = دالة الإيراد الكلي

واشتقاق تكامل دالة التكاليف الحدية الذي هو في الحقيقة التكاليف الكلية TC أو المساحة التي تحت منحنى التكاليف الحدية (العرض)، وهي هنا سهلة الاستنتاج لأن التكاليف الحدية ثابتة أي إن التكاليف الكلية خطية وتساوي $TC = cR_t$ حيث c هي التكاليف الحدية.

الخطوة التالية هي تكوين دالة الهدف كما يأتي:

$$Max\pi = \sum_{t=1}^{2} \frac{aR_t - \frac{b}{2}R_t^2 - cR_t}{(1+r)^{t-1}} \qquad (1)$$

تحت القيود: S.t.:

$$S_o \geq \sum_{t=1}^{2} R_t \qquad (2)$$

$$R_t \geq 0 \qquad (3)$$

ومن مسألة أو أنموذج التحكم السابق يمكن تكوين دالة لاجرانج التعظيمية لمدتين زمنيتين بشكل تفصيلي كما يأتي:

$$\underbrace{L(R_1, R_2, \lambda) = 20R_1 - \frac{0.5}{2}R_1^2 - 3R_1}_{A} + \underbrace{\frac{20R_2 - \frac{o.5}{2}R_2^2 - 3R_2}{1.10}}_{B} + \underbrace{\lambda(40 - R_1 - R_2)}_{C} \qquad (4)$$

السنة الأولى A   السنة الثانية B   قيد النضوب C

حيث نلاحظ أن الجزء الأول من المعادلة المشار إليه بـ A الآتي:

$$20R_1 - \frac{0.5}{2}R_1^2 - 3R_1$$

هو الإيراد الحدي مطروحاً منه التكاليف الحدية خلال المدة الزمنية الأولى، أي إنه يساوي عائد أو ربح استخراج المورد في المدة الزمنية الأولى.

كما أن الجزء الثاني من المعادلة المشار إليه بـ B الآتي:

$$\frac{20R_2 - \frac{0.5}{2}R_2^2 - 3R_2}{1.10}$$

هو القيمة الحالية للإيراد الحدي في المدة الزمنية الثانية مطروحاً القيمة الحالية للتكاليف الحدية لاستخراج المورد في المدة الثانية، أي إنه يمثل القيمة الحالية لعائد أو ربح الاستخراج في المدة الزمنية الثانية.

كما أن الجزء الثالث من المعادلة المشار إليه بـ C الآتي:

$$\lambda(40 - R_1 - R_2)$$

هو قيد المخزون مضروباً في معامل لاجرانج λ (لامدا) الذي يمثل تكلفة الفرصة البديلة (النضوب) للمورد بعد مساواته بالصفر، أو ما يطلق عليه أحياناً بريع المورد القابل للنضوب.

للوصول إلى الحل الأمثل أي الكميات الاستخراجية المثلى في المدتين الزمنيتين الأولى والثانية التي تعظم دالة الهدف، أي القيم (R_2, R_1) نقوم بأخذ تفاضل دالة لاجرانج السابقة بالنسبة إلى متغيراتها الداخلية (λ, R_2, R_1) على التوالي ونساويها بالصفر كما يأتي:

$$\frac{\partial L}{\partial R_1} = 20 - 0.5R_1 - 3 - \lambda = 0 \quad (5)$$

$$\frac{\partial L}{\partial R_2} = \frac{20 - 0.5R_2 - 3}{1.10} - \lambda = 0 \quad (6)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = 40 - R_1 - R_2 = 0 \quad (7)$$

حيث تمثل المعادلة (5)، (6) الشرط الضروري (أو الأول) للأمثلية أي إن الإيراد الحدي لاستخراج المورد MR_t يساوي التكلفة الحدية مضافاً إليها تكلفة الفرصة البديلة للنضوب $MPC_t + O.C_t$. بينما تمثل المعادلة (7) الشرط الضروري الثالث

للأمثلية، أي إن إجمالي المستخرج من المورد في المدتين لا يمكن أن يتجاوز المخزون الابتدائي.

الخطوة التالية هي القيام بحل المعادلات الثلاث مع بعضها بعضاً للوصول إلى قيمة كل من R_1، R_2، λ. أي إيجاد الحلول المثلى باستخدام المعادلة الأولى والثانية.

من (5) $$20-0.5R_1-3=\lambda$$

من (6) $$\frac{20-0.5R_2-3}{1.10}=\lambda$$

وبما أن كلا المعادلتين السابقتين تساوي λ، فإن الطرفين على اليسار متساويان، أي إن:

$$20-0.5R_1-3=\frac{20-0.5R_2-3}{1.10}$$

$$22-0.55R_1-3.3=20-0.5R_2-3$$

$$18.7-0.55R_1=17-0.5R_2$$

$$-0.55R_1=17-0.5R_2-18.7$$

$$-0.55R_1=-0.5R_2-1.7$$

$$R_1=\frac{0.5R_2}{0.55}+\frac{1.7}{0.55}$$

$$\therefore R_1=0.91R_2+3.09 \qquad (8)$$

وبالتعويض عن قيمة R_1 في المعادلة رقم (7) (الشرط الكافي):

$$(40-R_1-R_2=0)$$

حيث:

$$40-(0.91R_2+3.09)-R_2=0$$

$$40 - 0.91R_2 - 3.09 - R_2 = 0$$

$$1.91R_2 = 36.91$$

وعليه فإن الكمية المستخرجة في المدة الثانية هي:

$$R_2 = 19.32$$

وبالتعويض عن R_2 في المعادلة (7) نحصل على قيمة R_1 الكمية المستخرجة في المدة الأولى:

$$R_1 = 0.91(19.32) + 3.09$$

وعليه فإن الكمية المثلى للاستخراج في المدة الأولى هي:

$$R_1 = 20.68$$

كما يمكننا بالتعويض عن قيمة R_1 أو R_2 في إحدى معادلتي الشرط الضروري (5) أو (6) الحصول على قيمة λ ، وبالتعويض عنها في المعادلة (5):

$$20 - 0.5(20.68) - 3 = \lambda$$

$$\lambda = 6.66$$

وهي تمثل قيمة الفرصة البديلة لنضوب المورد، أي بعبارة أخرى القيمة الإضافية لدالة الهدف فيما لو زاد حجم المخزون من المورد الناضب بوحدة واحدة، أو حجم الخسارة أو التكاليف للوحدة الواحدة من المورد القابل للنضوب على المجتمع من خلال نضوب المورد.

كما يمكن الحصول على سعر المورد في المدتين الزمنيتين التخطيطيتين بالتعويض عن R_1 و R_2 في دالة السعر كما يأتي:

$$P_t = a - bR_t$$

$$P_1 = 20 - 0.5(20.68) = 9.66$$

$$P_2 = 20 - 0.5(19.32) = 10.34$$

كما يمكننا أيضاً التحقق من صحة الشرط الضروري الكافي للأمثلية بأن الحلول المثلى (الكميات الاستخراجية العظمى) السابقة تمثل نهايات كبرى، من خلال التحقق من قيمة محددة هيشيان المطوقة بأنها أكبر من صفر أو بعبارة أخرى أن $|\overline{H}| > 0$ حيث $|\overline{H}|$ ترمز إلى محددة هيشان المطوقة. ويمكننا إيجاد محددة هيشيان المطوقة بأخذ التفاضل الثاني للمعادلات التفاضلية الثلاث (5)، (6)، (7) لكل المتغيرات السابقة $(\lambda \quad , \quad R_2 \quad , \quad R_1)$ كما يأتي:

من (5) $$\frac{\partial L}{\partial R_1 \partial R_1} = -0.5 \ ; \ \frac{\partial L}{\partial R_1 \partial R_2} = 0 \ ; \ \frac{\partial L}{\partial R_1 \partial \lambda} = -1$$

من (6) $$\frac{\partial L}{\partial R_2 \partial R_1} = 0 \ ; \ \frac{\partial L}{\partial R_2 \partial R_2} = -0.5 \ ; \ \frac{\partial L}{\partial R_2 \partial \lambda} = -1$$

من (7) $$\frac{\partial L}{\partial \lambda \partial R_1} = -1 \ ; \ \frac{\partial L}{\partial \lambda \partial R_2} = -1 \ ; \ \frac{\partial L}{\partial \lambda \partial \lambda} = 0$$

وعليه يمكن تكوين محددة هيشيان المطوقة $|\overline{H}|$ بالترتيب من العناصر السابقة، ومن ثم استخراج قيمة المحددة بطريقة فك المحدد، كما يأتي:

$$|\overline{H}| = \begin{vmatrix} -0.5 & 0 & -1 \\ 0 & -0.5 & -1 \\ -1 & -1 & 0 \end{vmatrix} = -0.5\begin{vmatrix} -0.5 & -1 \\ -1 & 0 \end{vmatrix} - 0 - 1\begin{vmatrix} 0 & -1 \\ 0.5 & -1 \end{vmatrix}$$

$$|\overline{H}| = -0.5(0-1) - 1(0-0.5)$$

$$\therefore |\overline{H}| = +0.5 + 0.5 = 1 > 0$$

$$\therefore \qquad |\overline{H}| > 0$$

وحيث إن قيمة المحددة الهيشية المطوقة لمسألة التعظيم أكبر من صفر، فإن الشرط الثاني (الكافي) لتحقيق نهاية كبرى قد تحقق، وعليه فإن مستويات الاستخراج المحددة في الحل R_1 و R_2 تمثل نهاية كبرى.

ولإيضاح هذا المفهوم الأساسي في فهم نظرية الموارد الناضبة نقدم بعض الأمثلة الآتية:

مثال (1)

حقل نفط له دالة تكاليف استخراج $TC = 100R_t + R_t^2$ ومعكوس دالة الطلب عليه هي $P_t = 1000 - R_t$ ، علماً بأن المخزون الابتدائي في هذا الحقل هو 400 وسعر الخصم $r = \% 5$ والزمن $T = 2$. أوجد مستويات الاستخراج المثلى والسعر الأمثل للمورد لمدتين زمنيتين؟ ثم احسب تكلفة النضوب لهذا الحقل؟

الحل:

نبدأ بتكوين مسألة التعظيم أو أنموذج التحكم الأمثل:

حيث:

دالة التكاليف الكلية هي: $\because TC = 100R_t + R_t^2$

بينما دالة الإيراد الكلي: $\because TR = \int_0^t (1000 - R_t)dR = 1000R_t - \frac{1}{2}R_t^2$

وبالتالي تكون دالة الهدف:

$$\because Max \sum_{t=1}^{t} \frac{1000R_t - \frac{1}{2}R_t^2 - 100R_t - R_t^2}{(1+0.05)^{t-1}}$$

أو:

$$\therefore Max \sum_{t=1}^{t} \frac{900R_t - \frac{3}{2}R_t^2}{(1+0.05)^{t-1}}$$

تحت قيود S.T:

$$R_1 + R_2 \leq 400$$

$$R_1, R_2 \geq 0$$

وبذلك يمكن تكوين دالة لاجرانج لمسألة التعظيم السابقة كما يأتي:

$$\because L(R_t, \lambda) = \sum_{t=1}^{t} \frac{900R_t - \frac{3}{2}R_t^2}{(1+0.05)^{t-1}} + \lambda\left(400 - \sum_{t=1}^{t} R_t\right)$$

التي يمكن إعادة كتابتها بشكل مفصل:

$$L(R_1, R_2, \lambda) = 900R_1 - \tfrac{3}{2}R_1^2 + \frac{900R_2 - \frac{3}{2}R_2^2}{(1.05)} + \lambda(400 - R_1 - R_2)$$

ومن ثم يمكن إيجاد الشروط الضرورية لأمثلية دالة لاجرانج السابقة لتعظيم عائد الإنتاج(تعظيم دالة الهدف):

$$\frac{\partial L}{\partial R_1} = 900 - 3R_1 - \lambda = 0 \qquad (1)$$

$$\frac{\partial L}{\partial R_2} = \frac{900 - 3R_2}{1.05} - \lambda = 0 \qquad (2)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = 400 - R_1 - R_2 = 0 \qquad (3)$$

وبإعادة كتابة المعادلتين (1)، (2)، يمكن إيجاد مستويات الإنتاج المثلى R_2, R_1 حيث:

$$900 - 3R_1 = \lambda \qquad (4)$$

$$\frac{900 - 3R_2}{1.05} = \lambda \qquad (5)$$

وبما أن كلا المعادلتين السابقتين تساوي λ ، فإن الطرفين على اليسار متساويان أيضاً ، أي إن:

$$\because 900 - 3R_1 = \frac{900 - 3R_2}{1.05}$$

$$\therefore R_1 = \frac{45 + 3R_2}{3.15}$$

$$\therefore R_1 = 14.28 + 0.952R_2 \qquad (6)$$

وبالتعويض عن قيمة R_1 في المعادلة رقم (3) حيث:

$$\because 400 - R_1 - R_2 = 0 \qquad (3)$$

$$400 - 14.28 - 0.952R_2 - R_2 = 0$$

$$\therefore 1.952R_2 = 385.75$$

وعليه فإن الكمية المستخرجة في المدة الثانية هي:

$$\boxed{\therefore R_2 = 197.6}$$

وبالتعويض عن R_2 في المعادلة (6) نحصل على قيمة R_1 حيث:

$$\therefore R_1 = 14.28 + 0.952(197.6) \qquad (6)$$

فإن الكمية المثلى للاستخراج في المدة الأولى هي:

$$\boxed{\therefore R_1 = 202.34}$$

وبما أن المخزون المتبقي من النفط = المخزون الابتدائي في الحقل – الكميات المستخرجة في المدتين

$$\because S_t = S_0 - (R_1 + R_2)$$

$$S_2 = 400 - 202.34 - 197.6$$

فإن المخزون المتبقي: $\boxed{\therefore S_2 \approx 0}$

ولإيجاد مستويات الأسعار المثلى P_2, P_1 نعوض عن قيمة R_1 ، R_2 في دالة السعر حيث:

$$P_1 = 1000 - 202.34$$

$$\boxed{\therefore P_1 = 797.66}$$

$$P_2 = 1000 - 197.6$$

$$\boxed{\therefore P_2 = 802.4}$$

ولإيجاد تكلفة النضوب للحقل λ :

نسأل ما هو المقصود بتكلفة النضوب للحقل؟ هل هي قيمة الفرصة البديلة لنضوب المورد (الحقل)؟ بعبارة أخرى القيمة الإضافية لدالة الهدف فيما لو زاد حجم المخزون من الحقل بوحدة واحدة أو حجم الخسائر أو التكاليف للوحدة الواحدة من الحقل على المجتمع من نضوب المورد، ويمكن الحصول عليها بالتعويض عن قيم R_1 و R_2 في إحدى معادلات الشرط الضروري (4) أو (5) حيث:

$$\because 900 - 3R_1 = \lambda \qquad (4)$$

$$\because \lambda_1 = 900 - 3(202.34)$$

وبذلك فإن تكاليف النضوب للمدة الزمنية الأولى هي:

$$\because \lambda_1 = 292.98$$

بينما تكاليف النضوب للمدة الزمنية الثانية من المعادلة (5) هي:

$$\lambda_2 = \frac{307.2}{1.05} = 292.57$$

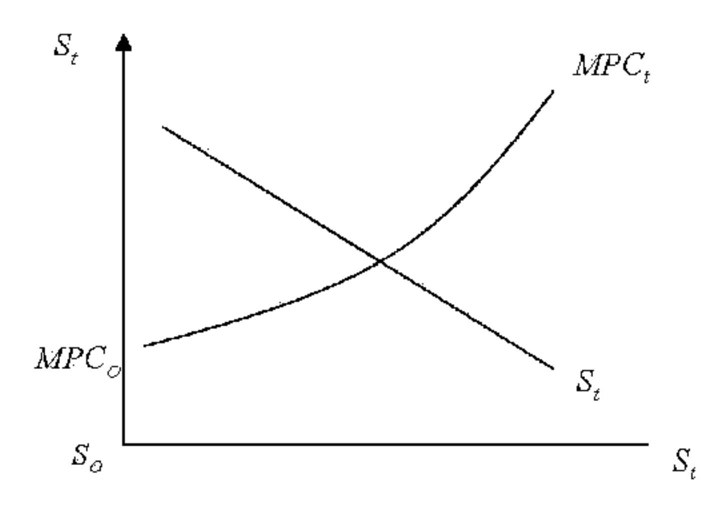
3–6 حالة التكاليف المتزايدة والمدى الزمني:

في الجزء السابق افترضنا أن التكاليف الحدية ثابتة عند كل المستويات الإنتاجية أو الاستخراجية من المخزون أي إن $MC = C$ أو إن التكاليف الكلية هي $TC = CR_t$. غير أن التكاليف الحدية لاستخراج الموارد القابلة للنضوب في الواقع تتزايد كلما انخفض مستوى المخزون وأحياناً كلما زاد المستوى الإنتاجي لمورد ارتفع مستوى التكاليف الحدية لاستخراج الوحدة الواحدة من المورد، وأحياناً كلما زاد الإنتاج وانخفض مستوى المخزون المتبقي من المورد ارتفع معدل تكلفة استخراجه. ويدخل في هذا المجال أي تكوين جيولوجي محصور إما مائي أو نفطي أو منجم ذهب، حيث إنه في الحقب الأولى للاستخراج عادة ما يكون المخزون متوافراً بكثرة في هذا التكوين مما يجعل تكاليف استخراجه منخفضة نسبياً؛

وبعد استمرار الاستخراج أو الإنتاج ينخفض مستوى المخزون مما يستلزم جهداً أكبر في استخراج المتبقي منه، فسحب الماء من مستويات ماء منخفضة بعد انخفاض المخزون تستلزم إنزال أنابيب أكثر في البئر واستخدام مستويات أعلى من الطاقة، وكذلك ضخ النفط من تكوين انخفض مخزونه إلى مستوى منخفض، وكذلك البحث عن الذهب في منجم انخفض مخزونه إلى النصف، فعادة كلما انخفض المخزون ارتفعت تكاليف البحث واستخلاص أو استخراج هذا المخزون المتبقي.

وبعبارة أخرى فإن الافتراض التبسيطي الذي استخدمناه في الجزء السابق وهو أن التكاليف الحدية لاستخراج المورد الناضب ثابتة $MPC_t = c_t$ حيث إن التكاليف الكلية $TC_t = cR_t$ تعد افتراضاً غير دقيق، خاصة في المدى الزمني الطويل. وهو ما يمكن توضيحه برسم السلوك الأكثر توقعاً للتكاليف الحدية MPC_t مع مستوى المخزون S_t في الرسم البياني الآتي:

الشكل (3—19) سلوك التكاليف الحدية مع مستوى مخزون المورد الناضب



يوضح الشكل رقم (3—19) أنه كلما انخفض مستوى المخزون S_t ارتفع مستوى التكاليف الحدية $MPC_t(S_t)$ لاستخراج المتبقي من رصيد أو مخزون المورد. ويمكن الإشارة إلى أنه يوجد بعض الموارد التي تزيد التكلفة الحدية لاستخراج الوحدة الواحدة منها كلما زاد معدل الاستخراج ولو أن مستوى المخزون

لم يتغير؛ فمثلاً تؤدي زيادة السرعة في تشغيل مضخة الماء لرفع كميات مياه أكبر في الساعة، إلى زيادة التكلفة الحدية لاستخراج المتر المكعب من الماء، أي إن التكاليف الحدية للاستخراج تصبح دالة في حجم الاستخراج الآني $MPC_t(R_t)$.

المسألة التفصيلية الثانية في هذا الصدد تتعلق بسعر المورد القابل للنضوب P_t؛ حيث إن السعر P_t يمكن أن يكون متزايداً كلما انخفض المخزون المتبقي من المورد، وعليه فيمكن للسعر أن يكون دالة في المخزون المتبقي. كما أن اختيار المدى الزمني T لاستغلال المورد ليست مسألة حيادية، حيث إنها تعني أن أي استهلاك خارج هذا المدى الزمني لا يعد ذا منفعة للمخطط الاجتماعي، وبعبارة أخرى أنه لا يمكن إدخال أي منفعة للمورد المتبقي في دالة الهدف ما لم يتم استخراجه خلال الأفق الزمني المحدد. وعليه فإن أي مخزون متبقٍ عند نهاية الأفق الزمني لا يعد ذا فائدة أو منفعة للمخطط الحالي حتى وإن كان ذا عائد ومنفعة للأجيال القادمة بعد الأفق الزمني المحدد. مما يعني أنه قد يكون هناك إجحاف في حق الأجيال القادمة إذا اخترنا مدى زمنياً قصيراً لا ينظر إلى المنفعة العائدة للأجيال القادمة. قد يتبادر إلى الذهن هنا أن الحل يكمن في زيادة المدى الزمني لاستغلال المورد بحيث يشمل الجيل القادم على الأقل، خاصة إذا كان هذا المورد الطبيعي قابلاً للنضوب ولا يتكون إلا عبر عصور جيولوجية طويلة كالنفط أو التكوينات المائية غير المتجددة أو المعادن بأنواعها. ولكن استخدام مدى زمني طويل مع تطبيق معدل للخصم موجب r على السعر أو الإيراد من المورد مهما كان منطقياً سيؤدي إلى أن تكون القيمة الحالية للمنفعة من استخراج المورد في السنوات المتأخرة من الأفق الزمني تساوي صفراً تقريباً. وذلك بسبب تخفيض القيمة المستقبلية للمنفعة الحاصلة للأجيال القادمة من خلال معدل الخصم الموجب. ولذلك يعد بعض الاقتصاديين والجماعات البيئية أن استخدام أي معدل خصم مهما كان منخفضاً في تقدير القيمة الحالية لمنفعة الأجيال القادمة غير عادل، بل يعد مجحفاً في حق الأجيال القادمة.

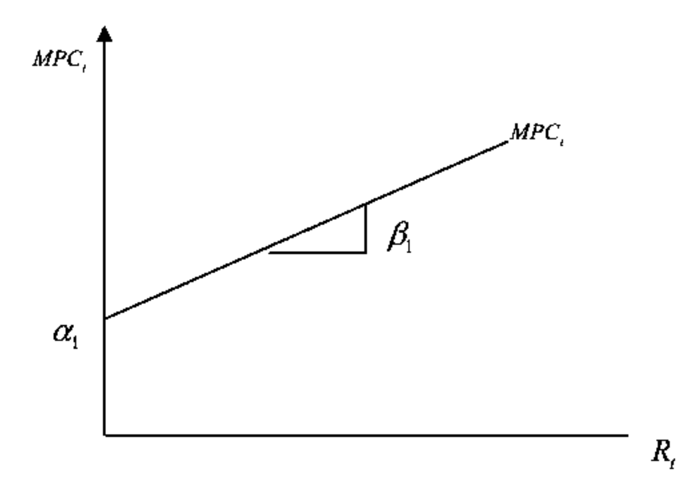
ولعلنا هنا نبدأ أولاً بترسيخ ومعالجة فكرة التكاليف الحدية المتزايدة ومعرفة تأثيرها على الحل، وهو ما سيفيد أيضاً في ترسيخ طريقة الحل لنماذج التحكم

الأمثل لمدى زمني يتكون من مدتين. لنفترض في هذه الحالة أن لدينا دالة تكاليف استخراج (إنتاج) كلية TC_t لمورد ما ممثلة في معادلة من الدرجة الثانية الآتية:

$$TC_t = a_1 R_t + \beta_1 R_t^2$$

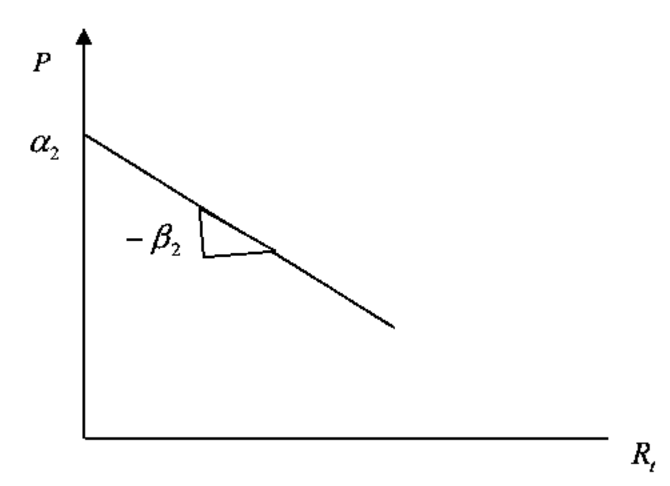
توضح المعادلة السابقة أن التكاليف الكلية للاستخراج TC_t تتزايد كلما زاد معدل الاستخراج، ومعنى ذلك أن التكاليف الحدية MPC_t لن تكون دالة خط مستقيم كما هي في المثال السابق، بل إنها ستكون غير خطية، ويمكن الحصول عليها (دالة التكاليف الحدية) بأخذ التفاضل الأول لمعادلة التكاليف الكلية TC بالنسبة لـ R_t.

$$MPC_t = \frac{dTC_t}{dR_t} = a_1 + 2\beta_1 R_t$$



ولنفترض الآن أن معاملات هذه الدالة هي $\beta_1 = 0.5$ وأن $\alpha_1 = 5$؛ وأن معكوس دالة الطلب لهذا المورد هو:

$$P_t = a_2 - \beta_2 R_t$$



حيث $\beta_2 = 0.5$ و $\alpha_2 = 50$ بينما المخزون الابتدائي المتوافر من هذا المورد $S_O = 105$ ، بينما معدل الخصم هو $r = 10\%$ والمدى الزمني لاستغلال هذا المورد هو $T = 2$. من خلال هذه المعطيات نستطيع تكوين مسألة التعظيم للمخطط الاجتماعي لهذا المورد ومن ثم استنتاج دالة لاجرانج، واستخراج الشروط الضرورية والكافية لتعظيم عائد الإنتاج من هذا المورد، وتحديد مستويات الاستخراج المثلى في المدد المختلفة والمتبقي من المخزون بعد نهاية المدى الزمني التخطيطي لاستغلال المورد كما تم في الأمثلة السابقة.

لتبسيط الحل نكوّن أولاً رياضياً قيمة العائد من استخراج المورد في المدة الأولى أي المساحة التي تحت منحنى الطلب وفوق منحنى التكاليف الحدية، وذلك بأخذ تكامل منحنى الطلب وطرحه من تكامل منحنى التكاليف الحدية كما يأتي:

$$\int_0^1 \left[(a_2 - \beta_2)R_1 - a_1 R_1 - \beta_1 R_1^2\right] dR_1$$

بينما العائد من استخراج المورد في المدة الثانية هو:

$$\int_0^2 \frac{\left[(a_2 - \beta_2)R_2 - a_1 R_2 - \beta_1 R_2^2\right] dR_2}{(1+r)^{t-1}}$$

وعليه يمكن تكوين دالة الهدف والقيود المفروضة عليها التي تكون في مجملها مسألة التعظيم للمنتج:

$$\underset{R_t}{Max}\int_0^{R_1}\left[(a_2-\beta_2)R_1-a_1R_1-\beta_1R_1^2\right]dR_1+\int_0^{R_2}\frac{\left[(a_2-\beta_2)R_2-a_1R_2-\beta_1R_2^2\right]dR_2}{(1+r)^{t-1}} \quad (9)$$

العائد في المدة الأولى   العائد في المدة الثانية

تحت القيود .S.t:

(10) قيد المخزون: $R_1+R_2\leq 105$

(11) قيد عدم السالبية: $R_1,R_2\geq 0$

(12) قيد لا سالبية المخزون: $S_t\geq 0$

ومن مسألة التعظيم السابقة يمكننا إيجاد معادلة لاجرانج التعظيمية كما تم توضيحها سابقاً كما يأتي:

$$L(R_1,R_2,\lambda)=\underset{R_t}{Max}\int_0^{R_1}\left[(a_2-\beta_2)R_1-a_1R_1-\beta_1R_1^2\right]dR_1$$
$$+\int_0^{R_2}\frac{\left[(a_2-\beta_2)R_2-a_1R_2-\beta_1R_2^2\right]}{(1+r)^{t-1}}+\lambda(105-R_1-R_2) \quad (13)$$

كما يمكننا استخراج الشروط الضرورية الأول والثاني لتعظيم عائد استخراج هذا المورد القابل للنضوب من اشتقاق التفاضل الأول لمعادلة لاجرانج بالنسبة لكل من المتغيرات الداخلية R_1 و R_2 و λ على التوالي:

$$\frac{\partial L}{\partial R_1}=a_2-\beta_2-a_1-2\beta_1R_1-\lambda=0 \quad (14)$$

$$\frac{\partial L}{\partial R_2}=\frac{a_2-\beta_2-a_1-2\beta_1R_2}{(1+r)^{t-1}}-\lambda=0 \quad (15)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda}=105-R_1-R_2=0 \quad (16)$$

حيث تمثل المعادلتان (14)، (15) الشرط الضروري الأول للمدة الأولى ثم الثانية، بينما تمثل المعادلة (16) الشرط الضروري (الثاني)، وبالتعويض عن قيم α_1

و α_2 و β_1 و β_2 كما وردت في المعطيات، يمكننا إعادة كتابة الشروط الضرورية كما يأتي:

الشرط الضروري الأول للمدة الأولى:

$$50 - 0.5 - 5 - 2(0.5)R_1 - \lambda = 0$$

$$\therefore 44.5 - R_1 - \lambda = 0 \qquad (17)$$

والشرط الضروري للمدة الثانية:

$$\frac{50 - 0.5 - 5 - 2(0.5)R_2}{1.10} - \lambda = 0$$

$$\therefore \frac{45.5 - R_2}{1.10} - \lambda = 0 \qquad (18)$$

والشرط الضروري الثاني:

$$105 - R_1 - R_2 = 0 \qquad (19)$$

ويعني الشرط الضروري الأول للمدة الأولى (17) وللمدة الثانية (18) أن القيمة الحالية للعائد من المورد المستخرج تساوي القيمة الحالية للتكلفة الحدية لاستخراجه مضافاً إليها تكلفة الفرصة البديلة للنضوب λ ، أو بعبارة أخرى:

فإن الإيراد الحدي= التكلفة الحدية الخاصة للاستخراج + تكلفة فرصة البديلة للنضوب.

$$MR_t = MPC_t + OC_t$$

ويعني الشرط الضروري الثاني أن مجموع ما يمكن استخراجه من المورد لا يمكن أن يتجاوز المخزون الابتدائي؛ وبعبارة أخرى فإنه لا يمكن استخراج أي شيء إذا نضب المورد (أي انتهى مخزونه).

ولإيجاد قيم مستويات الاستخراج المثلى R_1 و R_2 وقيمة تكلفة الفرصة البديلة λ نقوم بحل المعادلات الثلاث السابقة. فمن المعادلتين (17) و (18) وبنقل λ إلى الطرف الأيمن نجد أن كلا الطرفين على اليسار متساويان أيضاً.

$$44.5 - R_1 = \frac{45.5 - R_2}{1.10}$$

$$44.5 - R_1 = 41.36 - 0.91R_2$$

وعليه فإن الطرفين على اليمين سيكونان متساويين:

$$3.14 - R_1 = -0.91R_2$$

$$\therefore R_1 = 0.91R_2 + 3.14 \qquad (19)$$

بالتعويض عن R_1 في المعادلة رقم (19):

$$105 - (0.91R_2 + 3.14) - R_2 = 0$$

$$105 - 0.91R_2 - 3.14 - R_2 = 0$$

$$1.91R_2 = 105 - 3.14$$

$$1.91R_2 = 101.86$$

$$\therefore R_2 = 53.33$$

وهذا يعني أن كمية الاستخراج المثلى في المدة الأولى:

$$\therefore R_2 = 53.33$$

وبالتعويض عن قيمة R_2 في الصيغة السابقة رقم (19) نستطيع الحصول على قيمة R_1 ، حيث:

$$R_1 = 0.91(53.33) + 3.14$$

$$R_1 = 48.53 + 3.14$$

$$\therefore R_1 = 51.67$$

وهذا يعني أن كمية الاستخراج المثلى في المدة الثانية:

$$R_1 = 51.67$$

أما المخزون المتبقي فيمكن الحصول عليه من معادلة قيد المخزون:

$$S_t = S_O - R_1 - R_2$$

$$S_t = 105 - 51.67 - 53.33$$

أي إن المخزون يساوي صفراً، حيث:

$$S_t = 0$$

كما يمكننا الحصول على السعر الأمثل للمورد القابل للنضوب خلال المدتين الأولى والثانية كما يأتي:

$$P_1 = 50 + 0.5(51.67)^1 = 75.835$$

$$P_2 = 50 + 0.5(53.33)^2 = 1472.04$$

مثال (2)

حقل نفط دالة تكاليف استخراجه هي: $MC = 5 + R_t$ ومعكوس دالة الطلب عليه هي $P_t = \alpha - bR_t$ حيث $b = 0.5$ ، $\alpha = 50$ ؛ علماً بأن المخزون الابتدائي في هذا الحقل هو 105 وسعر الخصم $r = 0.1$ والزمن $T = 2$.

1. كون مسألة التعظيم لعائد الإنتاج ودالة لاجرانج في هذه الحالة.
2. استنتج الشروط الضرورية والكافية لتعظيم عائد الإنتاج من هذا الحقل مع شرحها.
3. أوجد مستويات الاستخراج المثلي والمخزون المتبقي.
4. ما هي القيمة الحالية لربح منتج المورد عبر الزمن؟
5. في حالة كون التكاليف الحدية لاستخراج النفط كمورد ناضب أصبحت متزايدة كلما أنخفض المخزون المتبقي، فكيف يمكن تمثيلها رياضياً في هذه الحالة؟ وكيف ستؤثر بيانياً على دالة التكاليف؟

خطوات الحل:

1. تكوين مسألة أو أنموذج التحكم الأمثل:

الهدف من استخدام أنموذج هوتلنج هو تحديد الكمية المثلى خلال المدة الزمنية التخطيطية المأخوذة في الاعتبار التي تعظم القيم الحالية لعوائد استغلال المورد القابل للنضوب خلال تلك المدة ويتم هذا بعمل خطوتين:

الخطوة الأولى: تكوين دالة الهدف:

حيث يتم تعظيم القيمة الحالية لعوائد استغلال المورد القابل للنضوب $\sum_{t=1}^{T}(\pi_t)$ خلال المدى الزمني تساوي:

$$\frac{\text{دالة الإيراد الكلي} - \text{دالة التكاليف الكلية}}{\text{سعر الخصم}}$$

وهذا يعني:

$$Max \sum_{t=1}^{t} \pi_t = Max \sum_{t=1}^{t} \frac{TR_t - TC_t}{(1+r)^t}$$

ومن ثم نوجد دالة الإيراد الكلي TR_t ، وبما أن الإيراد الكلي هو المنطقة الموجودة تحت منحنى الطلب فإن الإيراد الكلي يساوي تكامل معكوس دالة الطلب.

حيث يكون تكامل معكوس دالة الطلب:

$$\because \int_0^t (\alpha - bR_t)\, dR = TR$$

وبالتالي تكون قيمة تكامل معكوس دالة الطلب (دالة الإيراد الكلي) هي:

$$\therefore TR = \alpha R_t - \frac{b}{2} R_t^2$$

وكذلك للحصول على دالة التكاليف الكلية، نقوم بإيجاد تكامل دالة التكاليف الحدية كما يأتي:

$$\because TC = \int_0^t \left(5 + R_t\right) dR$$

وهذا يعني أن دالة التكاليف الكلية هي:

$$\boxed{TC = 5R_t + 0.5R_t^2}$$

وبالتعويض عن دالة الهدف، وفقاً لمسألة التحكم الأمثل تصبح دالة الهدف:

$$Max \sum_{t=1}^{2} \frac{50R_t - \frac{1}{4}R_t^2 - 5R_t - 0.5R_t^2}{(1+0.1)^t}$$

الخطوة الثانية: نوجد قيود دالة الهدف وهي شرط المخزون الديناميكي وشرط عدم السالبية حيث:

قيد المخزون الديناميكي هو:

$$R_1 + R_2 \leq 105$$

بينما قيد عدم السالبية هو:

$$R_1, R_2 \geq 0$$

2. حل الأنموذج واستخدم دالة لاجرانج لحل هذا الأنموذج باتباع الخطوات التالية:

الخطوة الأولى: نكوّن دالة لاجرانج من مسألة التحكم الأمثل حيث:

دالة لاجرانج $L(R_1, R_2, \lambda)$ = عائد أو ربح استخراج المورد في المدة الأولى+ القيمة الحالية لعائد استخراج المورد في المدة الثانية + (قيد النضوب) * λ

(1) حيث عائد أو ربح استخراج المورد في المدة الأولى هو:

$$45R_1 - \frac{3}{4}R_1^2$$

(2) القيمة الحالية لعائد أو ربح استخراج المورد في المدة الثانية هو:

$$\frac{45\ R_2\ -\frac{3}{4}R_2^2}{1.1}$$

(3) بينما قيد النضوب الذي يمثل تكلفة الفرصة البديلة للمورد وهو عبارة عن قيد المخزون مضروباً في معامل لاجرانج، حيث:

$$\lambda(105-R_1-R_2)$$

وبذلك تكون دالة لاجرانج:

$$L(R_1, R_2, \lambda)=45R_1\ -\frac{3}{4}R_1^2\ +\frac{45R_2\ -\frac{3}{4}R_2^2}{1.10}+\lambda(105\ -R_1\ -R_2)$$

وهذا هو المطلوب الأول

الخطوة الثانية: إيجاد الشروط الضرورية والكافية لدالة لاجرانج لتعظيم عائد الإنتاج(تعظيم دالة الهدف):

حيث نفاضل دالة لاجرانج إلى متغيراتها الداخلية ونساويهما بالصفر كما يأتي:

(1) الشرط الضروري الأول لتعظيم دالة الهدف في المدة الأولى هو تفاضل دالة لاجرانج بالنسبة لـ R_1 مساوياً للصفر في المدة الأولى حيث:

$$\boxed{\frac{\partial L}{\partial R_1}=45-\frac{3}{2}R_1-\lambda=0}$$

(2) الشرط الضروري الأول لتعظيم دالة الهدف في المدة الثانية وهو تفاضل دالة لاجرانج بالنسبة لـ R_2 مساوياً للصفر في المدة الثانية حيث:

$$\boxed{\frac{\partial L}{\partial R_2}=\frac{45\ -\frac{3}{2}R_2}{1.1}-\lambda\ =\ 0}$$

(3) الشرط الضروري الثاني للأمثلية، وهو أن إجمالي المورد المستخرج في المدتين لا يمكن أن يتجاوز المخزون الابتدائي، وهنا نفاضل دالة لاجرانج بالنسبة لـ λ ونساويهما بالصفر حيث:

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = 105 - R_1 - R_2 = 0$$

وبالتالي فإن الشروط الضرورية الأولي والثانية لتعظيم عائد الإنتاج من هذا الحقل هي:

$$\frac{\partial L}{\partial R_1} = 45 - 1.5R_1 - \lambda = 0 \qquad (1)$$

$$\frac{\partial L}{\partial R_2} = \frac{45 - 1.5R_2}{1.1} - \lambda = 0 \qquad (2)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = 105 - R_1 - R_2 = 0 \qquad (3)$$

وهذا هو المطلوب الثاني.

الخطوة الثالثة: هي القيام بحل المعادلات الثلاث للوصول إلى قيمة كلّ من R_1, R_2, λ باستخدام المعادلة الأولى والثانية:

حيث:

من (1)

$$45 - 1.5R_1 = \lambda$$

من (2)

$$\frac{45 - 1.5R_2}{1.1} = \lambda$$

وبما أن كلا المعادلتين السابقتين تساوي λ، فإن الطرفين على اليسار متساويان، أي إن:

$$45 - 1.5R_1 = \frac{45 - 1.5R_2}{1.1}$$

$$49.5 - 1.65R_1 = 45 - 1.5R_2$$

$$49.5-1.65R_1-45+1.5R_2=0$$

$$4.5-1.65R_1+1.5R_2=0$$

$$\therefore 1.65R_1=4.5+1.5R_2$$

$$\boxed{\therefore R_1=2.73+0.91R_2 \qquad (4)}$$

وبالتعويض عن قيمة R_1 في المعادلة رقم (3) (الشرط الكافي) $(105-R_1-R_2=0)$

حيث:

$$105-(0.91R_2+2.73)-R_2=0$$

$$105-0.91R_2-2.73-R_2=0$$

$$1.91R_2=102.27$$

وعليه فإن الكمية المستخرجة من الحقل في المدة الثانية هي:

$$\boxed{R_2=53.54}$$

وبالتعويض عن R_2 في المعادلة (4) نحصل على قيمة R_1 حيث:

$$R_1=0.91(53.54)+2.73$$

وعليه فإن الكمية المثلى للاستخراج من الحقل في المدة الأولى هي:

$$\boxed{R_1=51.4}$$

المخزون المتبقي من النفط = المخزون الابتدائي في الحقل – الكميات المستخرجة في المدتين

$$\because S_t=S_0-(R_1+R_2)$$
$$S_t=105-51.4-53.54$$

$$\boxed{\therefore S_t\approx 0}$$

وهذا هو المطلوب الثالث.

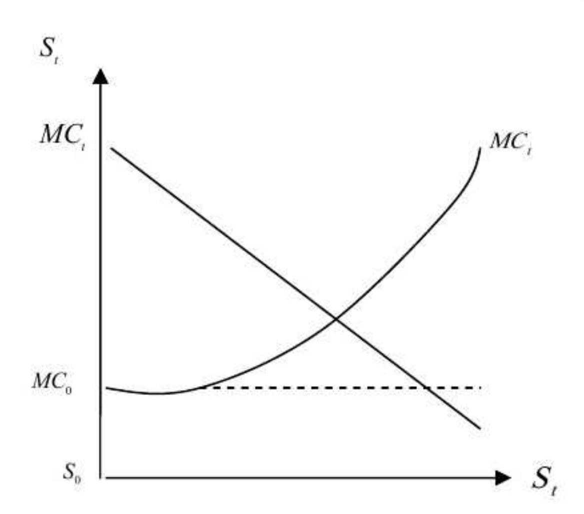
الخطوة الرابعة: إيجاد القيمة الحالية لربح منتج المورد عبر الزمن، بالتعويض عن قيم R_1 و R_2 المستخرجة في دالة الهدف حيث:

$$L_t = 45\left[51.4\right] - \frac{3}{4}\left[51.4\right]^2 + \frac{45\left[53.54\right] - \frac{3}{4}\left[53.54\right]^2}{1.10} + \lambda\left(105 - R_1 - R_2\right)$$

$$L_t = 331.53 + 235.82 = 567.34$$

وهذا هو المطلوب الرابع.

شكل التكاليف الحدية: التكاليف الحدية لاستخراج المورد القابل للنضوب تتزايد كلما انخفض مستوى المخزون وأحياناً كلما زاد المستوى الإنتاجي للمورد خاصة في المدى الطويل، وبالتالي فإن دالة التكاليف الحدية ستصبح متزايدة وليست ثابتة (أفقية).



حيث يوضح الشكل السابق أنه كلما انخفض مستوى المخزون S_t ارتفع مستوى التكاليف الحدية MC_t لاستخراج المتبقي من رصيد المورد، وذلك بسبب تزايد تكلفة الفرصة البديلة (تكلفة النضوب) للمورد، وعليه فإن سعر المورد

القابل للنضوب يتزايد كلما انخفض المخزون المتبقي من المورد، وهو ما يمكن تمثيله رياضياً كما يأتي:

$$TC = aR_t + bR_t^2 + cR_t^3 + eR_t(S_0 - S_t) \ /S_t$$

وهذا هو المطلوب الخامس.

3–7 حالة وجود بديل تقني للمورد الناضب:

في هذه الحالة نفترض أن التكاليف الحدية لاستخراج المورد تتزايد كلما انخفض مستوى المخزون المتبقي $MC_t = C(S_t)$ ، ولكن يوجد هناك بديل تقني مكتشف يمكن تسميته "تقنية بديلة أو رديفة" Backstop Technology لهذا المورد، تكاليف إنتاج هذا البديل التقني تساوي $MC_t = w$. ولكن w الآن أكبر من C التكاليف الحدية لاستخراج المورد الناضب الطبيعي. وبعبارة أخرى فإن التكاليف الحدية لإنتاج المورد التقني البديل (التقنية البديلة) أعلى من تكاليف إنتاج استخراج المورد الطبيعي. وكمثال لذلك، فلنفترض أن التكاليف الحدية لاستخراج المياه في التكوينات المائية العميقة (الآبار الجوفية) لبلد ما تتزايد كلما انخفض مخزون المياه في هذه التكوينات وأن البديل التقني لمورد المياه من هذه التكوينات، هو تقنية تحلية مياه البحر المالحة التي تتوافر بكميات غير محدودة عند تكلفة إنتاجية ثابتة. هناك عدد من التساؤلات التي تتبادر إلى الذهن في هذا الإطار.

أولها: ما هو التوزيع الديناميكي (التوزيع عبر الزمن) المثالي لاستخراج المورد الطبيعي القابل للنضوب؟ الثاني: متى يبدأ إنتاج البديل التقني أو الرديف (تحلية المياه المالحة) في هذه الحالة؟

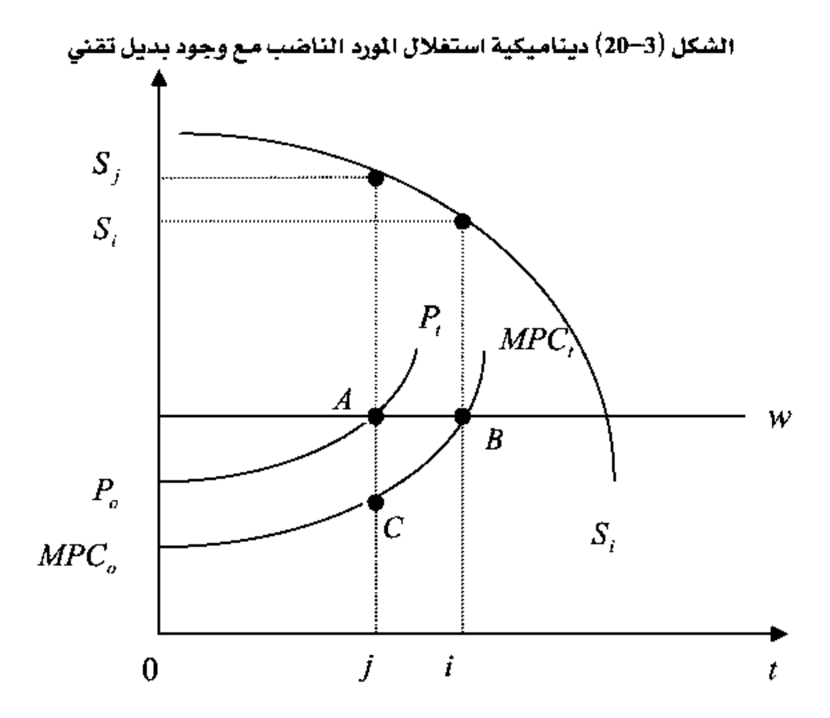
الثالث: هل يمكن إنتاج المورد من المصدر الطبيعي ومن التقنية البديلة في آن واحد؟ وهل هذا يعد مثالياً اقتصادياً؟

الرابع: متى يتوقف إنتاج المورد الطبيعي؟

الخامس: ماذا لو كان المورد الطبيعي يتم إنتاجه من تكوينات مختلفة لها تكاليف حدية للاستخراج مختلفة المستوى؟

السادس: هل لتكلفة نقل المورد المنتج بالتقنية البديلة أو الرديفة (تقنية تحلية المياه) أثر على أي مدينة يتم إمدادها بالمياه من المورد الطبيعي أو من المورد البديل تقنياً؟

الشكل (3—20) ديناميكية استغلال المورد الناضب مع وجود بديل تقني



يوضح الشكل (3—20) أن التكاليف الحدية لاستخراج المورد الطبيعي القابل للنضوب هي $MC_t = C(S_t)$ التي هي دالة عكسية في حجم المخزون الحالي S_t ، بمعني أن التكاليف الحدية للاستخراج تتزايد كلما انخفض مستوى مخزون المورد. كما أن سعر المورد الحالي P_t يتزايد كلما تقدمنا في المدى الزمني. كما أن الخط الأفقي w يمثل تكاليف الإنتاج الثابتة لإنتاج المورد من التقنية البديلة (تحلية المياه المالحة بالنسبة للمياه الجوفية) التي تعتبر تكاليف إنتاجها ثابتة في المدى الزمني القصير والمتوسط. ويوضح الشكل (3—20) أن الإنتاج سيعتمد من بداية المدى الزمني التخطيطي $t = 0$ وحتى المدة الزمنية j على المورد الطبيعي القابل للنضوب، حيث السعر أعلى من التكاليف الحدية لاستخراج المورد الطبيعي. كما أن التكاليف الحدية لاستخراج المورد الطبيعي MPC_t أقل من التكاليف الحدية

لإنتاج المورد البديل w خلال ذلك المدى الزمني. وعلى وجه التحديد، عند المدة j فإن السعر يساوي A ، بينما التكلفة الحدية لاستخراج المورد الطبيعي تساوي C ، بينما الفرق بينهما هو المسافة بين A و C وتساوي تكلفة الفرصة البديلة لنضوب المورد الطبيعي.

نلاحظ أيضاً أننا كلما تقدمنا في المدى الزمني بعد المدة j فإن السعر لن يتزايد بالدرجة نفسها. لأن السعر إذا زاد عن A فإنه سيصبح مساوياً لـ w عند النقطة B ومن ثم سيتوقف إنتاج المورد الطبيعي ويبدأ إنتاج المورد من البديل التقني وسيكون السعر أعلى من w بنسبة ثابتة.

مما سبق يتضح أن إنتاج المورد الطبيعي سيستمر في المدى الزمني من المدة الابتدائية إلى المدة i ، نلاحظ هنا أن ربح المنتج يبدأ بالانخفاض بين المدتين i و j وهو ما يساوي تكلفة الفرصة البديلة للنضوب حتى يصل إلى صفر عند المدة i عند النقطة B ، حيث تساوي التكاليف الحدية لاستخراج المورد الطبيعي سعر المورد الطبيعي وتساوي كذلك التكلفة الحدية لإنتاج المورد من البديل التقني w . ويشار إلى النقطة B أو المدة الزمنية i ، بأنها مرحلة التغيير Switching من المورد الطبيعي إلى البديل التقني.

لتبسيط الحالة السابقة ولنتمكن من تمثيلها رياضياً، نفترض أن لدينا معكوس دالة الطلب الخطية الآتية على المورد الطبيعي:

$$P_T = A - B(R_t + \beta R_t)$$

حيث ترمز R_t : إلى المورد المستخرج في المدة t ، بينما ترمز BR_t : إلى المورد المنتج بالتقنية البديلة في المدة t ، علماً بأن إنتاج البديل التقني BR_t ذو تكلفة حدية ثابتة تساوي w .

وبذلك تصبح دالة الهدف لمسألة التعظيم كما يأتي:

$$\underset{R_t,\beta R_t}{Max} \sum_{t=1}^{T} \int_0^{R_t} \int_0^{\beta R_t} \frac{\{(A-B)(R_t+\beta R_t) - C(S_T) - w(\beta R_t)\}}{(1+r)^{t-1}} \quad (1)$$

تحت القيود :S.t.

$$S_{O} \geq \sum_{t=1}^{T} R_t \qquad (2)$$

$$R_t \geq 0 \qquad (3)$$

$$BR_t \geq 0 \qquad (4)$$

نستطيع من مسألة التعظيم السابقة تكوين دالة هاملتون Hamiltonian Function التي يمكن تمثيلها في صيغتها المختصرة Reduced Form كما يأتي:

$$H(R, BR, S, \lambda, t) = J(R, BR, S, t) + \lambda . g(R, BR, S, t) \qquad (5)$$

والتي شروط تعظيمها الضرورية والكافية كالآتي:

$$\frac{\partial H}{\partial R} = 0 \qquad (6)$$

$$\frac{\partial H}{\partial S} = \lambda \equiv -\left(\frac{\partial H}{\partial S}\right) \qquad (7)$$

$$\frac{\partial H}{\partial \lambda} = \dot{X} \qquad (8)$$

ولعلنا الآن نعيد صياغة المسألة السابقة العامة بطريقة أكثر تبسيطاً نوضح فيها الإيراد الكلي والتكاليف الكلية كلاً على حدة، وبطريقة التجميع من التكامل، حيث يمكن حساب الإيراد الكلي TB لاستخراج وإنتاج المورد كما يأتي:

$$TB_t = \int_0^{R_t} a - bR_t . dR_t + \int_0^{BR_t} a - bBR_t . dBR_t$$

حيث الجزء الأول يمثل إيراد المورد الطبيعي بينما الجزء الثاني يمثل إيراد المورد البديل.

$$\therefore TB_t = aR_t - \frac{b}{2} R_t^2 + aBR_t - \frac{b}{2} BR_t^2$$

بينما التكاليف الكلية TC لاستخراج وإنتاج المورد ستكون معادلة من الدرجة الثانية للمورد الطبيعي، ومن الدرجة الأولى للمورد البديل التقني؛ حيث تكون التكاليف الحدية لاستخراج المورد الطبيعي هي:

$$MPC_t = \alpha_1 + 2B_1R_t$$

وبذلك تكون التكاليف الكلية لاستخراج المورد الطبيعي:

$$TC_t = \alpha + \alpha_1 R_t + \beta R_t^2$$

وبذلك يكون العائد من استخراج المورد في المدة الزمنية الأولى كما يأتي:

$$\int_O^1 \left[(a-b)(R_1 + BR_t) - \alpha_1 R_1 - \beta R_1^2 - wBR_1\right] dR_1$$

بينما العائد من المورد في المدة الزمنية الثانية هو:

$$\int_O^2 \frac{\left[\ \left[(a-b)(R_2 + BR_2) - \alpha_1 R_2 - \beta R_2^2 - wBR_2\ \right] dR_2\right.}{(1+r)^t}$$

وبذلك يمكن تكوين دالة الهدف والقيود المشروطة عليها التي تكون في مجموعها مسألة التعظيم التي يمكن تكوين دالة هاملتون منها وتشبه دالة لاجرانج:

$$\underset{R_t, BR_t}{Max} \int_0^1 \left[(a-b)(R_1 + BR_t) - \alpha_1 R_1 - \beta R_1^2 - wBR_1\right] dR_1$$

$$+ \frac{\left[\int_0^2 (\alpha - b)(R_2 + BR_2) - \alpha_1 R_2 - \beta R_2^2 - wBR_2\right] dR_2}{(1+r)^{t-1}} + \lambda\left(S_O - \sum R_t\right) \quad (9)$$

وبذلك يمكن استنتاج كميات الاستخراج المثلى من اشتقاق التفاضل الأول لمعادلة هاملتون السابقة بالنسبة لـ R_1 ، R_2 ، BR_1 ، BR_2 ، λ على التوالي:

$$\frac{\partial L}{\partial R_1} = \alpha - b - \alpha_1 - 2\beta R_1 - \lambda = 0 \quad (10)$$

$$\frac{\partial L}{\partial R_2} = \frac{\alpha - b - \alpha_1 - 2\beta R_2}{(1+r)^{t-1}} - \lambda = 0 \quad (11)$$

$$\frac{\partial L}{\partial BR_1} = \alpha - b - w - \lambda = 0 \quad (12)$$

$$\frac{\partial L}{\partial BR_2} = \frac{\alpha - b - w}{(1+r)^{t-1}} - \lambda = 0 \quad (13)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = S_O - \sum_{t=1}^{T} R_t = 0 \qquad (14)$$

وتوضح المعادلات الأربع الأولى (10–13) الشروط الضرورية الأولى لأمثلية الحل، حيث توضح المعادلة الأولى رقم (10) أن الإيراد الحدي للمورد ناقصاً تكاليف استخراجه الحدية ناقصاً تكاليف الفرصة البديلة يساوي صفراً، أو بعبارة أخرى فإن شرط التوازن هنا أن يكون الإيراد الحدي للمورد مساوياً لتكاليف استخراجه الحدية مضافاً إليها تكلفة الفرصة البديلة. كما أن المعادلة الثانية رقم (11) توضح الشيء نفسه ولكن من خلال مقارنة القيمة الحالية لإيراد تكاليف المدة الثانية، وهي الشروط الضرورية نفسها التي رأيناها في تحليلاتنا السابقة. المعادلة الثالثة رقم (12) والرابعة رقم (13) هي الجديدة هنا، حيث إنها مرتبطة بإنتاج المورد من التقنية البديلة.

فالمعادلة الثالثة رقم (12) توضح أن التقنية البديلة سيبدأ استخدامها إذا كان إيرادها الحدي يغطي التكلفة الحدية لإنتاجها مضافاً إليها تكلفة الفرصة البديلة لنضوب المورد البديل. وهكذا بالنسبة للشرط الضروري الرابع، أي المعادلة رقم (13) ولكن آخذاً في الاعتبار القيمة الحالية لقيم المدة الثانية.

كما أن المعادلة (14) تقدم الشرط الضروري الثاني لمسألة التعظيم وهو أن مجموع ما يتم استخراجه من المورد الطبيعي خلال المدى الزمني التخطيطي لا يمكن أن يتجاوز المخزون الابتدائي الموجود من المورد الطبيعي.

3–8 استخراج المورد لثلاث مدد وأكثر:

يعد طول المدى الزمني التخطيطي لاستغلال المورد مهماً من جوانب عدة؛ فمن جهة فإنه في حالة وجود معدل خصم موجب، فإن هذا يؤثر على أهمية قيمة العائدات المستقبلية للمورد خاصة المدد البعيدة منها، حتى وإن كان سعر الخصم منخفضاً. كما أن طول المدى الزمني التخطيطي يؤثر فنياً على مستوى صعوبة حل المسألة التعظيمية لاستغلال المورد. فكلما طال المدى الزمني لاستغلال المورد الناضب، زاد مستوى صعوبة حل الأمثلية فنياً ورياضياً وبرمجياً. لقد كان بإمكاننا الوصول إلى مستويات الاستخراج المثلى R_1 و R_2 في حالة كون المدى

الزمني التخطيطي يتكون من مدتين زمنيتين فقط. وسبقت الإشارة إلى أن حل مثل هذه المسائل التخطيطية لاستغلال الموارد في الواقع تستلزم بالضرورة استخدام مدى زمني أكثر من مدتين. كما أن الحل في هذه الحالة يعتمد على الحلول الرقمية التي يتم الوصول إليها من خلال البرمجة الحاسوبية. وهذه الحلول الرقمية تعتمد أصلاً على تطبيق الحلول التحليلية التي وصلنا لها في حالة المدتين الزمنيتين، أي إنها تعتمد على الشروط الضرورية والكافية لاستغلال المورد الآنفة الذكر.

أما طريقة تطبيق هذه الشروط الضرورية والكافية، وإدخال معطيات أنموذج التحكم الأمثل في الحاسب فإنها تعتمد بشكل كبير على نوع ومستوى البرمجيات المراد استخدامها في الحل. فبعض المسائل يمكن حلها بكتابة برنامج قصير على لغة فيجوال بيسك Vasual Basic أو لغة فورتران Fortran؛ وبعضها الآخر يمكن استخدام برامج البرمجة الرياضية الجاهزة مثل برنامج LINDO أو GAMS أو غيرها؛ كما يمكن أيضاً استخدام برامج الجداول مثل برنامج Excel لإيجاد الحل. وجميع هذه الطرق تعتمد أولاً على فهم المسألة بأسلوب برمجي، وثانياً على القدرة على التمييز بين المتغيرات الداخلية والخارجية والحالية والتحكمية وعلى الفرق بين المدخلات والعمليات والمخرجات للمسألة من الناحية البرمجية. وأخيراً تعتمد على وضع إطار لخوارزمية الحل؛ ويمكننا هنا أن نقدم رياضياً المعادلتين الأساسيتين في الحل:

$$\frac{\alpha - bR_t - C}{(1+r)^t} - \lambda = 0 \qquad (1)$$

$$S_O - \sum_{t=1}^{T} R_t \geq 0 \qquad (2)$$

المعادلتان (1)، (2) هما شرطا الحل الأمثل اللذان تم تقديمهما في الجزء (3—4) عن قاعدة هوتلينج، ويمكن أن نقترح آلية الحساب الرقمي الآتية التي يمكن إطلاق المصطلح المعروف برمجياً بالخوارزمية Algorithm للوصول إلى الحل الأمثل رقمياً:

1. نفترض قيمة ابتدائية تقديرية لتكلفة الفرصة البديلة لنضوب المورد لـ λ ،

2. نستخدم المعادلة الأولى أعلاه لنحل قيمة R_t اعتماداً على قيمة λ التقديرية.

3. إذا كان مجموع R_t في المدى الزمني للمسألة أي $\sum_{t=1}^{T} R_t$ يتعدى S_O ، فنقوم بتخفيض قيمة λ التقديرية، والعكس صحيح.

4. نعيد الخطوات 2 و 3 حتى نصل إلى مجموع R_t حيث يتحقق الشرط أن $\sum_{t=1}^{T} R_t = S_O$ ويعد الحل صحيحاً في هذه الحالة.

5. نقوم بحساب قيمة العائد π_t ومقارنته لكل حل لنتوقف عند أعلى قيمة عائد؛ ونحسب تكلفة الفرصة البديلة λ_t ومستوى المخزون المتبقي S_t بناءً على مستويات الاستخراج R_t التي تم حسابها باستخدام الخوارزمية.

ويمكن تطبيق الخوارزمية السابقة على مجموعة من لغات البرمجة الأولية مثل فورتران Fortran أو C++ أو Visual Basic.

كذلك من الممكن حل المسائل السابقة رقمياً لعدد كبير من السنوات دون استخدام الخوارزمية عن طريق برامج البرمجة الرياضية Mathematical Programming الجاهزة مثل برنامج LINDO أو GAUSS أو AMPLE أو GAMSأو غيرها، بالإضافة إلى إمكانية الحل عن طريق بيئة برامج الجداول مثل Excel وسنستعرض هنا الخطوط العريضة لطريقة الحل باستخدام جداول أكسل التي تعد تقريباً معروفة الآن لكل مستخدمي الحاسب.

طريقة الحل باستخدام جداول أكسل Excel:

تعتمد طريقة الحل على معرفة المستخدم ببرنامج جداول أكسل وعلى معرفته بحل المسألة رياضياً وعلى دقة تطبيقه للخوارزمية المناسبة للحل، ويمر حل المسألة رقمياً بجداول أكسل بخطوات يمكن تلخيصها فيما يأتي:

1. مرحلة تحليل المسألة المراد حلها رياضياً لمدتين زمنيتين ومعرفة الشروط الضرورية والكافية للحل.

2. مرحلة تنظيم المسألة في شكل مدخلات وعمليات وشروط ومخرجات.
3. استدعاء الخادم Solver المناسب.
4. تطبيق الشروط الضرورية والكافية على الحاسب.
5. تنظيم المخرجات المطلوبة في شكل جداول ورسوم بيانية.

ويوضح المثال الآتي طريقة تنظيم الحل من مسائل الموارد القابلة للنضوب على جداول أكسل حيث يتم وضع المدخلات أو معطيات المسألة والافتراضات الضرورية، ثم يلي ذلك تطبيق العمليات على المخرجات المطلوبة مع تطبيق الشروط الضرورية والكافية واستدعاء الخادم Solver المناسب، وللاستزادة حول هذا الموضوع يمكن الرجوع إلى (آل الشيخ، 1428هـ). يوضح المثال الرقمي (1) استخدام برنامج حاسوبي يطبق الخوارزمية السابقة لحل مسألة التعظيم لاستخراج مورد قابل للنضوب.

الضريبة الإضافية	1	تكلفة الفرصة البديلة	$1.877
معدل نمو الضريبة	1.00%	سعر الخصم	4.00%
السعر الإبتدائي	30	المخزون الإبتدائي	400
معدل نمو السعر	4.00%	المدى الزمني	50
معدل نمو التكاليف	1.00%	معاملات دالة التعظيم	
المخزون النهائي	0.00	'a' of aR + bR^2 + cR^3	4
تبفين معدل الإنتاج	271.88	'b' of aR + bR^2 + cR^3	0.03
القيمة الحالية للربح مخفضا عبر الزمن	$7,439.469	'c' of aR + bR^2 + cR^3	0.1

برنامج استغلال المورد الناضب

الزمن	سعر المورد	الضريبة	تكلفة الفرصة البديلة	معدل الإنتاج المرغوب فيه	المخزون المتبقي	الإنتاج السنوي	الربح السنوي
1	30	1	2	8.68	391.32	8.68	149
2	31	1	2	8.84	382.48	8.84	159
3	32	1	2	9.00	373.49	9.00	169
4	34	1	2	9.16	364.33	9.16	180
5	35	1	2	9.32	355.01	9.32	192
6	36	1	2	9.48	345.53	9.48	204
7	38	1	2	9.65	335.87	9.65	217
8	39	1	2	9.82	326.05	9.82	230
9	41	1	3	9.99	316.06	9.99	245
10	43	1	3	10.16	305.90	10.16	260
11	44	1	3	10.34	295.56	10.34	276
12	46	1	3	10.52	285.05	10.52	294
13	48	1	3	10.70	274.35	10.70	312
14	50	1	3	10.88	263.47	10.88	331
15	52	1	3	11.06	252.41	11.06	351
16	54	1	3	11.25	241.16	11.25	373
17	56	1	4	11.44	229.73	11.44	396
18	58	1	4	11.63	218.10	11.63	420
19	61	1	4	11.82	206.28	11.82	445
20	63	1	4	12.02	194.26	12.02	472
21	66	1	4	12.22	182.05	12.22	501
22	68	1	4	12.42	169.63	12.42	531
23	71	1	4	12.62	157.01	12.62	563
24	74	1	5	12.83	144.18	12.83	596
25	77	1	5	13.04	131.14	13.04	632
26	80	1	5	13.25	117.89	13.25	670
27	83	1	5	13.46	104.43	13.46	709
28	87	1	5	13.68	90.75	13.68	752
29	90	1	6	13.90	76.84	13.90	796
30	94	1	6	14.13	62.71	14.13	843
31	97	1	6	14.35	48.36	14.35	893
32	101	1	6	14.58	33.78	14.58	946
33	105	1	7	14.82	18.96	14.82	1,001
34	109	1	7	15.05	3.90	15.05	1,060
35	114	1	7	15.29	0.00	3.90	408

الإنتاج

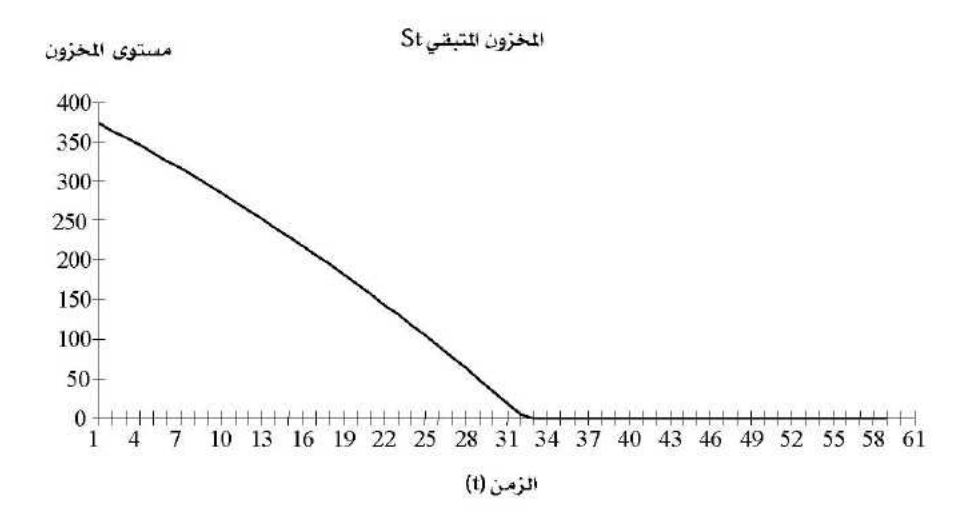
معدل الإنتاج Rt

16
14
12
10
8
6
4
2
0

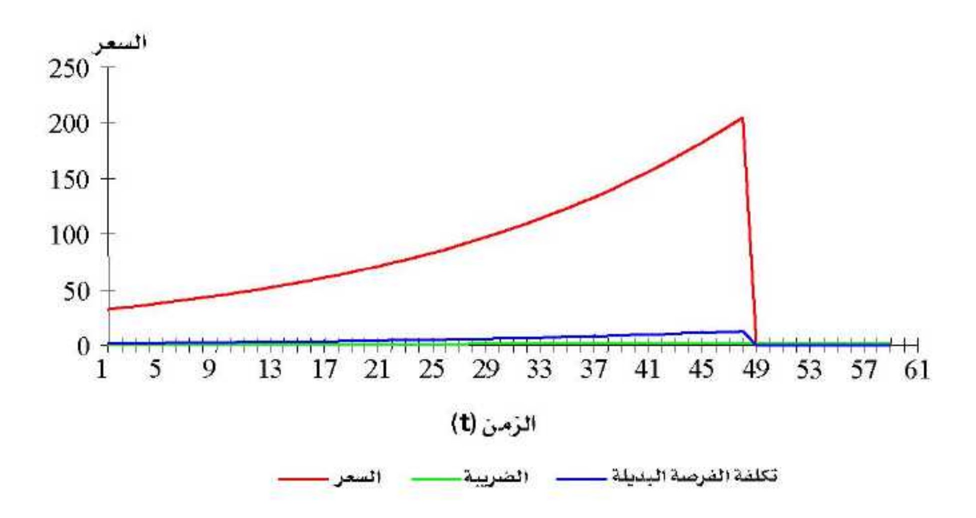
Actual
Refer

1 4 7 10 13 16 19 22 25 28 31 34 37 40 43 46 49 52 55 58 61

الزمن (t)



سعر المورد Pt



تمارين الفصل الثالث

س1) عرف ما يأتي مستعيناً بالرسم البياني إذا لزم:

1. فائض المستهلك وفائض المنتج.
2. فائض المجتمع.
3. مفهوم فيشر للاحتياطيات.
4. أنواع النضوب عند بروبست.
5. هل مصادر الطاقة مورد متجدد؟ أم هو ناضب؟ وما هو سلوك الطلب على الطاقة عبر الزمن؟ ولماذا؟ وما هي محدداته؟ وضح ذلك بالتمثيل البياني.

س2) قارن بين القاعدة الاقتصادية التي يتم على أساسها استغلال السلع الاقتصادية، وتلك التي يتم على أساسها استغلال الموارد الطبيعية مع ذكر الفرق بينهما.

س3) وضح الفروق بين حالات التوازن في حالة الاحتكار والمنافسة التامة لسلعة عادية عنها لمورد قابل للنضوب مع الرسم البياني.

س4) وضح مع الرسم البياني التغير في فائض المجتمع في حالتي الاحتكار والمنافسة التامة لسلعة عادية عنها لمورد ناضب.

س5) يوجد حقل نفط له دالة تكاليف لاستخراجه هي: $TC = CR_t$ حيث $C = 3$، ومعكوس دالة الطلب عليه هي $P_t = \alpha - bR_t$ حيث $b = 0.5$، $\alpha = 20$؛ علماً بأن المخزون الابتدائي في هذا الحقل هو 40 بينما سعر الخصم $r = 10\%$ والزمن $2 = T$، والمطلوب:

1. كون مسألة التعظيم لعائد الإنتاج ودالة لاجرانج في هذه الحالة.

2. استنتج الشروط الضرورية والكافية لتعظيم عائد الإنتاج من هذا الحقل مع شرحها.

3. أوجد مستويات الاستخراج المثلى والمخزون المتبقي.

4. ما هي القيمة الحالية لربح منتج المورد عبر الزمن؟

5. في حالة كون التكاليف الحدية لاستخراج النفط كمورد ناضب أصبحت متزايدة كلما انخفض المخزون المتبقي، فكيف يمكن تمثيل التكاليف رياضياً في هذه الحالة؟ وكيف ستؤثر بيانياً على دالة التكاليف؟

س6) إذا كان هناك مورد قابل للنضوب يواجه دالة تكاليف استخراج كلية هي: $TC = \alpha R_t + bR_t^2 + CR_t^3$ حيث: $C = 0.08$ ، $b = 0.03$ ، $\alpha = 2$ ؛ وإذا كان سعر الخصم $r = 7\%$ ، وكمية المخزون الابتدائي للمورد $S_O = 400$ ، والسعر الحالي للمورد $P = 30$ للطن، ومن المتوقع زيادة السعر بنسبة 4% في كل سنة، إذا كان المنتج يستخدم مدة 50 عاماً كمدى زمني تخطيطي لتعظيم أرباحه فأوجد ما يأتي:

1. كون وحل مسألة التعظيم السابقة موضحاً عناصر مسألة التعظيم ومعادلة لاجرانج والشروط الضرورية والكافية لمدتين زمنيتين.

2. ما هي القيمة الحالية لربح منتج المورد عبر هذه المدة (50 عاماً) مستعيناً ببرنامج أكسل؟

3. من البرامج في 2، متى سيتم استخدام المورد بالكامل؟

4. من البرامج في 2، أوجد معدلات الاستخراج المثلى والمخزون المتبقي عبر الزمن.

س7) أعد إجابة الفقرات (2، 3، 4) في السؤال السابق في حالة كون المنتج محتكراً في السوق، وكون دالة الطلب على المورد هي: $P_t = \alpha_2 - b_2 R_t$ حيث: $\alpha_2 = 200$ ، $b_2 = 0.5$.

س8) أعد إجابة الفقرات (2، 3، 4) في السؤال السادس في حالة كون دالة التكاليف لاستخراج المورد هي: $TC = \alpha R_t + bR_t^2 + CR^3 + eR(S_O - S +) \Big/ S_t$ حيث: $e = 3$.

س9) أعد إجابة الفقرات (2، 3، 4) في السؤال السادس في حالة كون صيغة معادلة المخزون الحالي هي: $S_t = S_t - 1 + G(S_t - 1) - R_t$ حيث: $G(S)$ هي دالة نمو المورد وكون $G = 0.03$.

س10) أجب على هذه الأسئلة مستعيناً بالرسم والتحليل الرياضي والبياني ما أمكن:

1. وضح أنواع النضوب.
2. وضح المقصود بنظرية هوتلينج وأهميتها. وما هي قاعدة هوتلينج على وجه الخصوص؟

س11) بعد تخرجك من جامعة الملك سعود عملت بقسم التحليل الاقتصادي في شركة أرامكو، حيث علم رئيسك بأنك خبير في اقتصاديات الموارد فكلفك بإجراء تحليل اقتصادي لحقل جديد تم اكتشاف معطياته كما يأتي: دالة تكاليف الإنتاج من حقل النفط المقدرة من قسم الهندسة القيمية هي: $TC = 5R_t + 0.5R_t^2$ ؛ بينما معكوس دالة الطلب عليه هي: $P_t = 50 - 0.5R_t$

وتم تقدير المخزون الابتدائي في الحقل بـ 105 وسعر الخصم بـ 10% والزمن T سنتان.

1. كون مسألة التعظيم لعائد الإنتاج مع التوضيح.
2. كون معادلة لاجرانج في هذه الحالة.
3. استنتج الشروط الضرورية لتعظيم عائد الإنتاج من الحقل الجديد مع شرحها.

4. أوجد كميات الاستخراج المثلى والمخزون المتبقي والقيمة الحالية لربح المنتج وسعر المورد في هذه الحالة.

5. أعد الفقرة في حالة كون الزمن (المدى التخطيطي) 50 سنة؟

س12) يتأثر المسار السنوي لإنتاج المورد الناضب بعوامل عدة منها هيكل السوق (منافسة أو احتكار)، سعر الخصم، حجم المخزون، مرونة الطلب السعرية، وغيرها من العوامل. اشرح هذه العوامل بافتراض أن دالة الطلب هي:

$$P_t = 100 - R_t \qquad t = 1,2,$$

ودالة التكاليف هي: $C = 1000 + 2R_t$

بينما: $Q = Q_1 + Q_2 = 400$

ومعدل الخصم 5٪.

س13) وضح مرحلة التغيير من المورد الطبيعي إلى البديل التقني مع الرسم البياني وتوضيح الشروط اللازمة لذلك.

س14) ماذا تعني الشروط الضرورية والكافية في حالة وجود بديل تقني للمورد الطبيعي مع التمثيل والتوضيح الرياضي؟

س15) أجب فيما إذا كانت العبارات التالية صحيحة أو خاطئة مع تصحيح العبارة الخاطئة وتعليل العبارة الصحيحة.

أ) تأسست منظمة أوبك في طهران عام 1959م.

ب) يبلغ إنتاج المملكة وحصتها الحالية في أوبك 6.5 مليون برميل يومياً ومخزونها 200 بليون برميل.

ت) مصادر الطاقة الأحفورية تشمل البترول والغاز والفحم.

ث) مرونة الطلب على الطاقة في المدى القصير أكبر منها في المدى الطويل.

ج) عدم انعكاسية الطلب تعني أن تأثر الكمية المطلوبة نتيجة انخفاض الأسعار تختلف عن نتيجة التأثير عند ارتفاع الأسعار.

ح) تبعاً لأنموذج الطلب المكمل على بترول منظمة أوبك فإن مرونة الطلب على بترول منظمة أوبك أكبر من مرونة الطلب العالمية بسبب العرض من مصادر أخرى.

خ) يقوم بإنتاج وتصدير البترول في المملكة شركة أرامكو السعودية فقط.

د) تقوم منظمة أوبك بتحديد الأسعار على أساس القوة الشرائية للبرميل بعد الأخذ بعين الاعتبار التضخم وانخفاض قيمة الدولار الأمريكي الشرائية.

ذ) من الناحية النظرية يعد المنتج المحتكر أقل حفاظاً على المورد الناضب من منتج المنافسة التامة، حيث يقوم المحتكر بمساواة التكاليف الحدية للإنتاج مع الإيرادات الحدية الذي يعد أقل سعراً.

ر) يتميز سوق الغاز الطبيعي في العالم بقدر أكبر من التركز الاحتكاري في جانب الطلب، بينما يتميز سوق البترول بقدر أكبر من التركز الاحتكاري في جانب العرض.

ز) يختلف الطلب على الطاقة باختلاف هيكل الإنتاج ومعدلات النمو الاقتصادي.

س) يزداد الطلب على مصادر الطاقة الناضبة نتيجة انخفاض أسعار مصادر الطاقة البديل.

ش) سلوك الطلب على الطاقة عبر الزمن متزايد.

س16) ما هي وكالة الطاقة الدولية، وما هو دورها في سوق الطاقة الدولية، وما تأثير هذا الدور على سعر النفط الخام؟

س17) عرف مرونة الطلب السعرية على الطاقة في كل من المدى الطويل والمدى القصير مع رسم منحنى الطلب المتوقع في المدى الطويل والقصير.

س18) لديك جدولان الجدول (أ) يعبر عن إنتاج الغاز الطبيعي، والجدول (ب) يعبر عن إنتاج البترول خلال المدة 1984—2000م:

أ)

السنة	إجمالي الإنتاج العالمي	نسبة إسهام أوبك في الإنتاج العالمي (٪)	نسبة إسهام السعودية في إنتاج أوبك (٪)	نسبة إسهام السعودية في الإنتاج العالمي	نسبة إسهام الغاز الطبيعي في إجمالي الطاقة العالمية المستهلكة (٪)
1984	1.697.201	9	12	1.1	20
1986	1.806,358	9	15	1.4	19.6
1988	1.970.796	10	15	1.5	20.9
1990	2.081.040	11	15	1.6	22.5
1992	2.116.012	12	15	1.8	22.6
1994	2.184.280	13	15	2	23
1996	2,310.715	14	14	1,9	23.5
1998	2.350.671	15	13	2	23.7
2000	2.497,435	16	13	2	24.2

ب)

السنة	الإنتاج العالمي	نسبة إسهام أوبك في الإنتاج العالمي (٪)	نسبة إسهام السعودية في إنتاج أوبك (٪)	نسبة إسهام السعودية في الإنتاج العالمي (٪)	نسبة إسهام النفط في إجمالي الطاقة العالمية المستهلكة (٪)
1984	53	30	25	8	39.1
1986	55	33	28	9	38.2
1988	57	33	26	9	38.9
1990	59	37	27	10	39.9
1992	59	41	33	14	40.4
1994	60	42	32	13	39.9
1996	61	41	32	13	39.5
1998	65	43	29	12	40
2000	66	42	29	12	38.9

والمطلوب:

أ) ما هي المؤشرات التي تستطيع استخراجها من الجداول؟ وما مدلولها الاقتصادي وما تعليقك عليها؟

ب) وضح اتجاه الاستهلاك العالمي للطاقة لكل من الغاز الطبيعي والبترول مبرراً استنتاجاتك.

ت) اقترح أنموذجاً رياضياً لتوقع الطلب على البترول في الأسواق العالمية.

ث) قم بإجراء بحث بالإنترنت عن نماذج توقعات الطلب على البترول عالمياً واذكر أهم ثلاثة منها.

مراجع الفصل الثالث

- إسماعيل، محمد محروس. اقتصاديات البترول والطاقة، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1987م.
- آل الشيخ، حمد بن محمد. استخدامات جداول أكسل في حل مسائل البرمجة الرياضية، ورقة عمل، قسم الاقتصاد، جامعة الملك سعود، 1428هـ.
- مقلد، رمضان محمد، وآخرون. اقتصاديات الموارد والبيئة، الدار الجامعية، الإسكندرية، 2003م.
- Barnett, H.J. and C. Morse (1963) Scarcity and Growth: The Economics of Natural Resource Availability, Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Burt, O.R. ,1964 "Optimal Use of Resources Over Time." Management Science 2:80–93.
- Burt, O.R. ,1967 "Groundwater Management Under Quadratic Criterion Functions." Water Resources Research 3:673–82.
- Burt, O.R. "Groundwater Storage Control Under Institutional Restrictions." Water Resources Research 6:1540–8,1970.
- Burt, O.R. 1970., and Cummings, R.G. "Production and Investment in Natural Resource Industries." American Economic Review 60:576–90.
- Coase, R.H1960. "The Problem of Social Cost." Journal of Law and Economics 3:1–44.
- Conrad, J. and C. Clark (1987) Natural Resource Economics: Notes and Problems, Cambridge: Cambridge University Press.
- Dasgupta, P., and Heal, G. 1974 "The Optimal Depletion of Exhaustible Resources." Review of Economic Studies, Symposium on the Economics of Exhaustible Resources 3:28,.
- Dasgupta, P., and Stiglitz, J.E. 1975. "Uncertainty and The Rate of Extraction Under Alternative Institutional Arrangement." Unpublished Manuscript, Stanford University.
- Farzin, Y. H. (1992) "The Time Path of Scarcity Rent in the Theory of Exhaustible Resources", Economic Journal, 102,813–30.

- Fisher, A. C. (1981) Resource and Environmental Economics, Cambridge University Press.
- Gray, L.C. 1913. "The Economic Possibilities of Conservation." Quarterly Journal of Economics 27:497–519,
- Gray, L.C. 1914. "Rent Under the Assumption of Exhaustibility." Quarterly Journal of Economics 28:466–89.
- Hall, D. and J. Hall (1984) "Concepts and Measures of Natural Resource Scarcity With a Summery of Recent Trends", Journal of environmental Economics and Management, 11,363–79.
- Heal, G. 1975a "Economic Aspects of Natural Resource Depletion." In The Economics of Natural Resource Depletion, Edited by D.W. Pearce and J. Rose, PP. 118–39. New York: John Wiley & Sons.
- Heal, G. M. and M. M. Barrow (1980) "The Relationship Between Interest Rates and Metal Price Movements". Review of Economic Studies, 48, 161–81.
- Hotelling, H. 1931 "The Economic of Exhaustible Resources." Journal of Political Economy 39:137–75.
- Kamien, M.I., and Schwartz, N.L. "Optimal Exhaustible Resource Depletion with Endogenous Technical Change." Review of Economic Studies, 45:179–96,1978.
- Koopmans, T. C. (1974) "Proof of the Case where Discounting Advances Doomsday", Review of Economic Studies Symposium on the Economics of Exhaustible Resources, 117–20.
- Tietenberg, T. (1992) Environmental and Natural Resources Economics, New York: Harper– Collins.
- Hartwick, J. and Olewiler, N. 1986. The Economics of Natural Resource Use. Har Per. Row.

الموارد المتجددة

Renewable Resources

- مقدمة.
- مخزون الموارد المتجددة ومعدل النمو.
- المعدل الأمثل لاستغلال المورد المتجدد.
- مصائد الأسماك.
- المراعي.
- موارد الغابات.
- الموارد المائية.
- تمارين الفصل الرابع.
- مراجع الفصل الرابع.

الفصل الرابع

4–1 مقدمة:

يهدف هذا الفصل إلى التعريف بأنواع الموارد المتجددة وتوضيح الإطار الاقتصادي لتحليل الموارد المتجددة؛ ويقدم الفصل تعريفات للعناصر ذات العلاقة بمكونات التحليل الاقتصادي للموارد المتجددة، كما يحاول الإجابة على الأسئلة الاقتصادية الخاصة باستغلال الموارد المتجددة، ومنها:

1. أنقوم باستغلال المورد أم لا؟
2. ما هي الكمية المثلى التي يجب ألا يتعداها الاستغلال الأمثل للمورد؟
3. متى يجب أن يتم الاستغلال الأمثل للمورد؟
4. ما هي تكلفة الفرص البديلة لاستغلال المورد المتجدد بمعدل أعلى من المعدل الأمثل للاستغلال؟

كما يقدم الفصل منهجيات نمذجة استغلال الموارد المتجددة رياضياً وطرق حلها وحسابها كمياً خلال مدتين زمنيتين أو أكثر، كما يستعرض الفصل تحليلاً اقتصادياً لعدد من الموارد المتجددة مثل الغابات والمراعي والأسماك.

4–2 مخزون المورد المتجدد ومعدل النمو

سبق لنا تعريف المخزون للمورد القابل للنضوب وتمثيله بمعادلة المخزون:

$$S_t = S_{t-1} - R_t$$

ولكن مخزون المورد موضوع الدراسة الآن متجدد، وقد يكون هذا التجدد أو النمو مستقلاً Independent أي: لا يعتمد على مستوى المخزون، وقد يكون النمو تابعاً Dependent لمستوى المخزون المتبقي. فمثلاً الثروة السمكية وقطعان الحيوانات والطيور النادرة والحياة الفطرية بشكل عام يعتمد نموها على مستوى المخزون المتبقي، حيث إن نمو المورد يعتمد على التوالد أو التكاثر الطبيعي الذي يعتمد بدوره على مستوى المخزون المتبقي. بمعنى أن معادلة المخزون السابقة تصبح كما يأتي:

$$S_t = S_{t-1} - R_t + G(S_t)$$

حيث: $G(S_t)$ هو معدل النمو للمورد الذي يعتمد بدوره على مستوى المخزون S_t.

فيمكن نمذجة نمو مورد مثل الأسماك التي معدل نموها G حيث تكون G هي الفرق بين معدل التوالد ومعدل الوفيات في أعداد الأسماك؛ وإذا كان مخزون الأسماك S_t ينمو بمعدل G عبر الزمن t فإن معدل التغير في مخزون الأسماك هو:

$$\frac{dS_t}{dt} = G(S_t)$$

ويمكن أيضاً اعتبار موردي الغابات والمراعي على النمط السلوكي نفسه للأسماك؛ نظراً لأن حجم البذور للزراعة الموجودة أصلاً في هذه المراعي أو الغابات يعتمد على حجم الغطاء الشجري والنباتي الموجود.

بأخذ التكامل لمعادلة النمو السابقة نستطيع الحصول على معادلة المخزون S_t في أي مدة زمنية كما يأتي: $S_t = S_O e^{Gt}$ ، حيث ينمو المخزون حسب معادلة أسية عبر الزمن دون أي محددات. ولكن، لا يمكن لمخزون أي مورد في أي بيئة أن ينمو بشكل لا نهائي، فنمو الأسماك في منطقة معينة ودون وجود أي صيد يعتمد في نهاية المطاف على الطاقة القصوى (القدرة الحمولية القصوى) Maximum Carrying Capacity (CMC) لهذه المنطقة؛ مما يضع محدداً على المستوى الأعلى الممكن لمخزون الأسماك في تلك المنطقة، كذلك نمو قطعان من أنواع الحياة الفطرية في منطقة معينة ودون وجود أي استغلال يؤدي إلى مشكلة تكاثرها إلى أعداد تفوق القدرة الحمولية للمنطقة؛ مما يضع بدوره محدداً على نمو مخزون المورد مهما كان. وبذلك يمكن نمذجة نمو مخزون المورد المتجدد على أنه يعتمد على مستوى المخزون المتبقي كما يأتي:

$$\frac{dS_t}{dt} = \dot{S}_t = G(S_t)S_t$$

والآن، لنفترض أن هناك طاقة حمولية قصوى (CMC) لا يمكن لمخزون المورد أن يتعداها هي S_m وباستخدام الصيغة اللوجستية لمعادلة النمو:

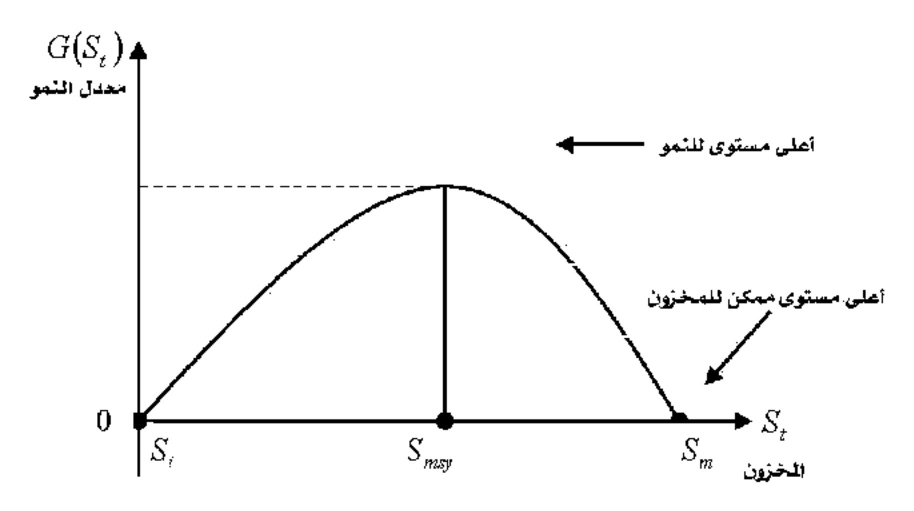
$$G(S_t) = \sigma\left(1 - \frac{S_t}{S_m}\right)$$

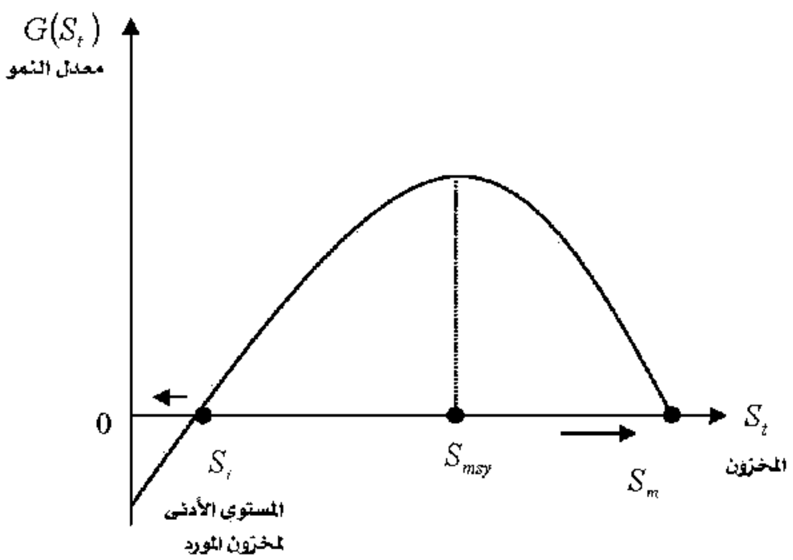
حيث $\sigma > 0$ المعامل الثابت، وحيث تقيس هذه المعادلة معدل النمو لمخزون المورد. $\dot{S}_t = \frac{dS_t}{dt} = \sigma\left(1 - \frac{S_t}{S_m}\right)S_t$ وبذلك تقيس $\dot{S}_t$ نمو المورد الإحيائي الذاتي خلال أي مدة زمنية، وللتبسيط نستخدم G للتعبير عن معادلة النمو اللوجستية أو بتعبير آخر $G(S_t)$، حيث تصبح $G(S_t)$ كما يأتي:

$$G(S_t) = \sigma\left(1 - \frac{S_t}{S_m}\right)S_t$$

ويوضح الشكل (4–1) أن القدرة الحمولية S_m هي أعلى مستوى مخزون يمكن دعمه أو تحمله في بيئة المخزون، حيث يصل المخزون إلى الطاقة الحمولية (الاستيعابية) للمكان، بينما يوضح الشكل (4–1) أن S_{msy} هو مستوى المخزون الأمثل الذي يحقق أعلى معدل من النمو $G(S)$ للمورد. كما يوضح الشكل (4–1) حالة الدالة التربيعية لمعادلة المخزون السابقة، وعليه يكون هناك أيضاً مستوى أدنى من المخزون. S_l يكون نمو المورد عنده $G(S)$ يساوي صفراً، وفي حالة انخفاض رصيد المورد عن S_l فإن نمو المورد يصبح سالباً؛ بعبارة أخرى، فإن مستوى المخزون إذا انخفض عن مستوى معين، فإن المخزون يتناقص (أي إن نموه بالسالب). فعلى سبيل المثال، لو كان هناك 20 غزالاً فقط في دولة من الدول، أي إن $S_l = 20$ غزالاً، فمعنى هذا أن عدد الغزلان أصبح قليلاً جداً لدرجة استحالة تلاقي الأنثى مع الذكر وبقائهم بالتالي على قيد الحياة؛ وبالتالي لا يكون هناك توالد أو نمو لهذا المورد، أي إن $G(S) < 0$ بعد النقطة S_l وهو ما يمكن ملاحظته من الشكل (4–1).

الشكل (4–1) سلوك المورد المتجدد عبر الزمن





مما سبق نلاحظ أن النمو في المخزون $\dot{S}$ هو:

$$\dot{S}_t = \frac{dS_t}{dt} = \frac{\Delta S_t}{\Delta t}$$

وفي هذه الحالة يكون معدل النمو أو التكاثر أو التوالد G معتمداً على مستوى المخزون من المورد في المدة السابقة S_{t-1} بحيث تكون معادلة المخزون بعد إضافة عامل النمو كما يأتي:

$$S_t = S_{t-1} + G(S_{t-1}) - R_t$$

وقد يكون نمو أو إمداد المورد الطبيعي مستقلاً، ولا يعتمد على مستوى المخزون المتبقي من المورد. فمثلاً بعض تكوينات المياه السطحية يعتمد إمدادها على مستوى الأمطار في المنطقة، وبذلك تكون معادلة المخزون لمثل هذا النوع من الموارد كما يأتي: $S_t = S_{t-1} - R_t + G$ حيث معدل النمو للمورد G يعد مستقلاً عن مستوى المخزون المتبقي من المورد.

سبق الحديث عن أن الموارد المتجددة يمكن استغلالها إلى الأبد إذا أحسنت إدارتها، كما يمكن أن تتحول الموارد المتجددة إلى موارد قابلة للنضوب، ويتم استنزافها بالكامل إذا لم تتم إدارتها بشكل صحيح. فالمياه الجوفية المتجددة، يمكن أن تستغل بأعلى من معدل تجددها، مما يخفض من مستوى المخزون الابتدائي، ويؤدي ذلك إلى انخفاض مستوى سطح الماء. وكذلك الحال بالنسبة لمصائد الأسماك والغابات والمراعي.

وسبق الإشارة إلى أن الموارد المتجددة تنمو أو تتجدد بآليات مختلفة، فمنها ما يكون معدل نموها G مستقلاً عن حجم المخزون الحالي S_t مثل المياه الجوفية، ومنها ما يكون معدل نموها يعتمد على حجم المخزون المتبقي $G(S_{t-1})$ مثل الأسماك والغابات والمراعي. وبشكل عام فإن معدل النمو يؤثر في معادلة المخزون المتبقي التي تم استخدامها في حالة المورد القابل للنضوب لتصبح في حالة التجدد أو النمو المستقل عن المخزون المتبقي:

$$S_t = S_{t-1} + G(S_{t-1}) - R_t$$

بينما تكون معادلة المخزون المتبقي في حالة التجدد أو النمو المعتمد على حجم المخزون المتبقي:

$$S_t = S_{t-1} + G(S_{t-1}) - R_t$$

ويمكن تلخيص المقارنة بين معادلات ديناميكية مخزون الموارد الناضبة ومعادلات ديناميكية الموارد المتجددة في التوصيف الرياضي لها. حيث توضح معادلة المخزون أو ديناميكية المخزون للمورد القابل للنضوب أن مجموع ما يتم استخراجه خلال الحقب الزمنية المختلفة لا يتجاوز كمية المخزون الابتدائي S_0 المتوافر للاستخراج، أي إن:

$$\sum_{t=1}^{T} R_t \leq S_0$$

ونلاحظ من المعادلة السابقة أن كمية المخزون المتبقي تعتمد على كمية المخزون الابتدائي ومجموع الكميات المستخرجة، وبعبارة أخرى فإن:

$$S_t = S_{t-1} - R_t$$

كذلك فإن معدل الاستخراج أو الإنتاج من المورد لا يمكن أن يكون سالباً، وبمعنى آخر لا يمكن أن تتم إعادة حقن أو إمداد مخزون المورد بالكميات التي تم استخراجها سابقاً، حيث:

$$R_t \geq 0$$

أي إن مستوى أو معدل الاستخراج لأي مدة موجب أو صفر لكل الحقب الزمنية في المدى التخطيطي.

بينما توضح معادلة ديناميكية المخزون للموارد المتجددة أن المخزون لا يعتمد مستواه فقط على حجم الاستخراج، ولكن أيضاً على معدل نمو المورد $G(S_t)$، الذي قد يكون نمواً داخلياً أو مستقلاً. ففي حالة النمو المستقل تكون دالة ديناميكية المخزون:

$$S_t = S_{t-1} - R_t + G$$

بينما في حالة النمو الداخلي تكون دالة ديناميكية المخزون:

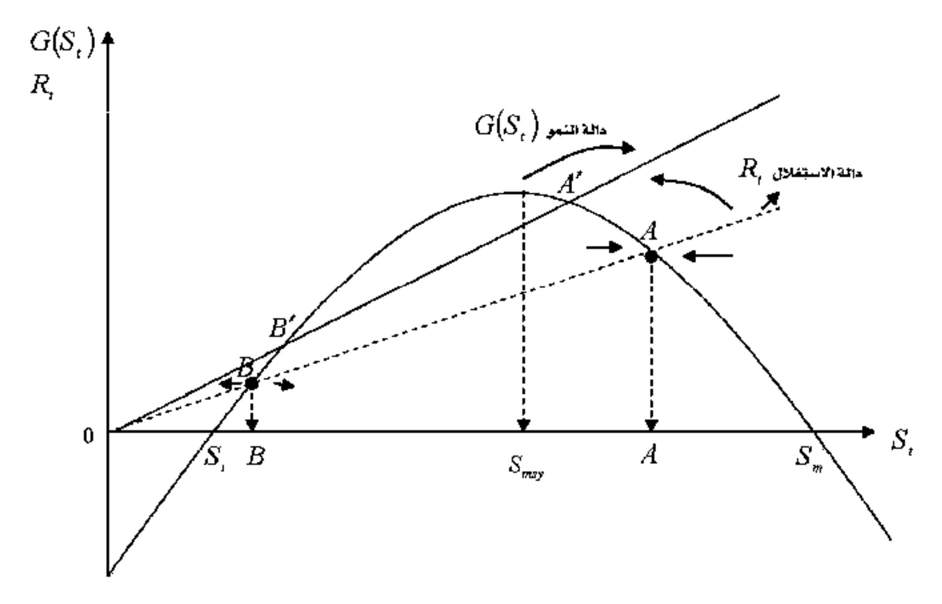
$$S_t = S_{t-1} + G(S_{t-1}) - R_t$$

وبافتراض أن هناك مستوى مخزون CMC لا يمكن لمخزون المورد أن يتعداه هو S_m وباستخدام الصيغة اللوجستية لمعادلة النمو فإن معادلة نمو المخزون:

$$G(S_t) = \sigma\left(1 - \frac{S_t}{S_m}\right)S_t$$

حيث: $G(S_t)$ نمو مخزون المورد الإحيائي، S_m الطاقة الاستعابية للمنطقة (الطاقة الحمولية)، $\sigma \succ 0$ ، ويوضح الشكل (4–2) دالة الاستغلال ودالة النمو للمورد المتجدد.

الشكل (4–2) دالة الاستغلال ودالة النمو للمورد المتجدد



لاحظ نقاط التوازن A ، B لاستغلال الموارد؛ حيث B تمثل نقطة توازن غير مستقرة Not Stable ، نظراً لأنها تؤدي إلى استنزاف المورد في أحد اتجاهيها ، كما أن القوي تنطلق منها إلى اتجاهين مختلفين؛ بينما نقطة التوازن A ، فهي نقطة توازن مستقر Stable ، حيث إن القوى من الجهتين (على يمينها وعلى يسارها) تتجه إليها.

لاحظ أنه عندما كان $G(S_t) \prec R_t$ أي إن معدل الاستغلال أو الاستخراج أو الاستهلاك للمورد R_t كان أعلى من معدل النمو للمورد $G(S_t)$ فإن المخزون S_t انخفض؛ بينما إذا كان $G(S_t) \succ R_t$ ، أي إن معدل الاستغلال أو الاستهلاك للمورد

R_t أقل من معدل النمو $G(S_t)$ ، فإن المخزون للمورد S_t ينمو ليصل نظام المورد إلى نقطة توازن مستقر Stable.

لاحظ أن زيادة معدل الاستغلال R_t تؤدي إلى زحف دالة الاستغلال إلى أعلى، وإلى زحف نقطة التوازن المستقرة إلى اليسار إلى A' ، أي عند مستوى مخزون أقل؛ وإلى زحف نقطة مستوى المخزون غير المستقر إلى اليمين إلى B' أي إلى مستوى مخزون أعلى. وقد يكون زحف هذا المنحنى هو نتيجة للتقدم العلمي والفني أو زيادة عدد السكان في انجراف معدل استغلال المورد إلى معدل أعلى من المعدل القابل للاستدامة Maximum Sustainable Yield (msy)، الذي تقرر أنه عند المعدل المقابل لنقطة التوازن المستقرة A .

4-13 المعدل الأمثل لاستغلال المورد المتجدد

للحصول على المعدل الأمثل لاستغلال أو استهلاك المورد المتجدد نفترض أن لدينا معادلة الطلب نفسها التي استخدمناها في حالة الموارد القابلة للنضوب التي معكوسها:

$$P_t = \alpha - bR_t$$

والتي إيرادها الإجمالي:

$$TB_t = \int_O^{R_t} \alpha - bR_t dR$$

$$TB_t = \alpha R - \frac{b}{2} R_t^2$$

عندما تكون تكلفة الاستخراج للمورد المتجدد هي:

$$TC = C_1 R_t^2 + C_2 R_t \left(\frac{S_O - S_t}{S_t} \right)$$

ويوضح الجزء الثاني من التكاليف الكلية أن تكاليف استخدام المورد ترتفع كلما انخفض مستوى مخزون المورد المتبقي. وبذلك تكون مشكلة (التعظيم)

التحكم الأمثل للمورد التي سبق تقديمها في الفصل السابق للمورد الناضب في حالة المورد المتجدد كما يأتي:

$$\underset{R_t}{Max}\sum_{t=1}^{T}\frac{aR_t-\frac{b}{2}R_t^2-\left[C_1R_t^2+C_2R_t\left(\frac{S_O-S_t}{S_t}\right)\right]}{(1+r)^{t-1}}$$

وهنا نلاحظ أنه لا يوجد في دالة الهدف ما يدل على أن المورد متجدد.

تحت القيود S.t:

$$S_O\geq\sum_{t=1}^{T}R_t-G_t(S_{t-1})$$

والقيد السابق يوضح أن المورد يتجدد بمعدل نمو $G(S_{t-1})$.

وأن:

$$R_t\geq 0$$

وبذلك تكون دالة لاجرانج للمسألة التعظيمية لأنموذج التحكم الأمثل كما يأتي:

$$L(R_t,\lambda)=\sum_{t=1}^{T}\frac{aR_t-\frac{b}{2}R_t^2-\left[C_1R_t^2+C_2R_t\left(\frac{S_O-S_t}{S_t}\right)\right]}{(1+r)^{t-1}}+\lambda\left(S_O-\sum_{t=1}^{T}R_t+G_t\right)\quad(1)$$

تلك التي نحصل منها على شرط معدل الاستخدام الأمثل للمورد المتجدد:

$$\frac{\partial L}{\partial R_t}=\frac{\alpha-bR_t-2C_1R_t-C_2\left(\frac{S_O-S_t}{S_t}\right)}{(1+r)^{t-1}}-\lambda=0\quad(2)$$

وهي تمثل الشرط الضروري (الأول) لتوازن استغلال المورد المتجدد.

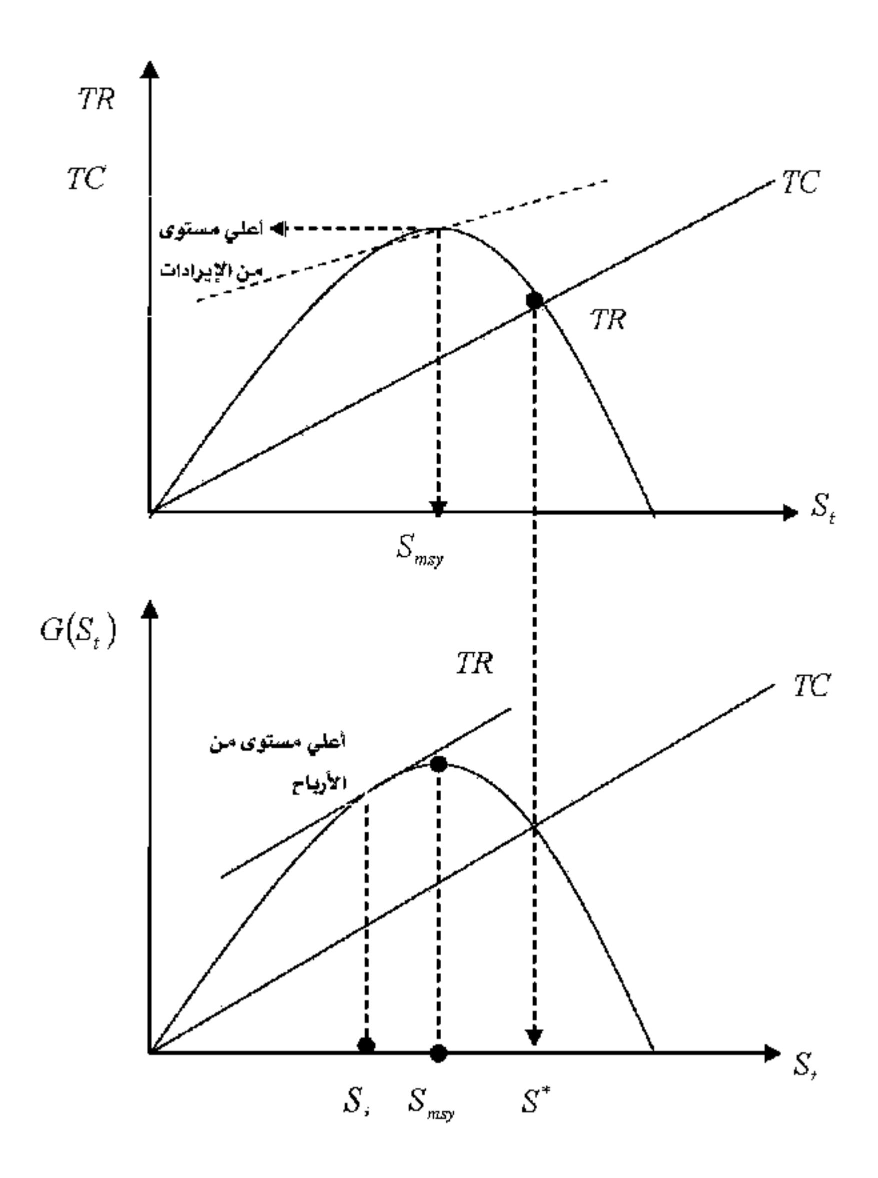
$$\frac{\partial L}{\partial\lambda}=\sum_{t=1}^{T}R_t-G_t+S_O=0\quad(3)$$

وهي تمثل الشرط الضروري (الثاني) لتوازن استغلال المورد المتجدد.

ونلاحظ هنا أن الشرط أو المعادلة السابقة يمكن أيضاً إعادة ترتيبها كما يأتي:

$$S_O + G_t - \sum_{t=1}^{T} R_t = 0$$

الشكل (4-3) المعدل الأمثل لاستغلال المورد المتجدد



ويوضح الشكل (4–3) المعدل الأمثل لاستغلال المورد المتجدد بالعلاقة مع التكاليف الكلية للاستخراج TC والإيرادات الكلية للاستخراج TR؛ حيث يوضح الشكل الأول نقطة أعلى مستوى ممكن من الإيرادات TR تتوافق مع مستوى المخزون S_{msy}، بينما يوضح الشكل الثاني نقطة أعلى مستوى من الأرباح تتوقف مع مستوى المخزون S_i.

وتتميز كثير من الموارد المتجددة بأنها موارد مفتوحة أي: ذات ملكية مشاعة open access؛ أي إنها موارد ذات ملكية مشاعة Common Property، حيث توجد حرية كاملة لدى جميع الراغبين باستخدام المورد في استغلال المورد عند أي كمية يستطيعون الحصول عليها، وهذا يؤدي إلى وفورات (متعديات) سالبة لجميع المهتمين باستغلال المورد. ومثل هذا النوع من الملكية للمورد يحتاج إلى إدارة من قبل الحكومة أو إلى إدارة جماعية، وإلا ستؤدي الملكية المفتوحة والتنافس على استغلاله إلى تدهور المورد وربما إلى نضوبه، بل إن عدم إدارته بشكل صحيح يؤدي إلى ما سمي في أدبيات اقتصاديات الموارد بمأساة المورد المشاع Common Property Tragedy. ويدخل في مفهوم الملكية المفتوحة الكثير من الموارد المتجددة مثل المياه السطحية والمراعي والغابات. ويمكن إدارة مثل هذه الموارد من خلال تنظيم عملية استغلالها باستخدام التراخيص.

ويمكن حل المسائل السابقة رقمياً عن طريق عدد من البرمجيات كما ذكرنا في الفصل الخاص بالموارد القابلة للنضوب، ونقدم هنا حلاً لمثل هذه المسائل باستخدام جداول أكسل، بالمنهجية التي سبق عرضها في الفصل الثالث نفسها مع اختلاف في الشروط الضرورية والكافية المطبقة ونافذة المدخلات المستخدمة.

تطبيق على مسائل الموارد المتجددة

تكلفة الفرصة البديلة	5	الضريبة الإضافية	المخزون النهائي 0	0.05
سعر الفائدة	5.00%	معدل النمو	تباين الإنتاج 1.00%	176.77
المخزون الابتدائي	500	السعر الابتدائي	تكلفة الفرصة البديلة النهائية 30	-189.80
المدى الزمني	70	معدل النمو	القيمة الحالية للربح 3.00%	16,660
نسبة تكلفة الفرصة	1.00			

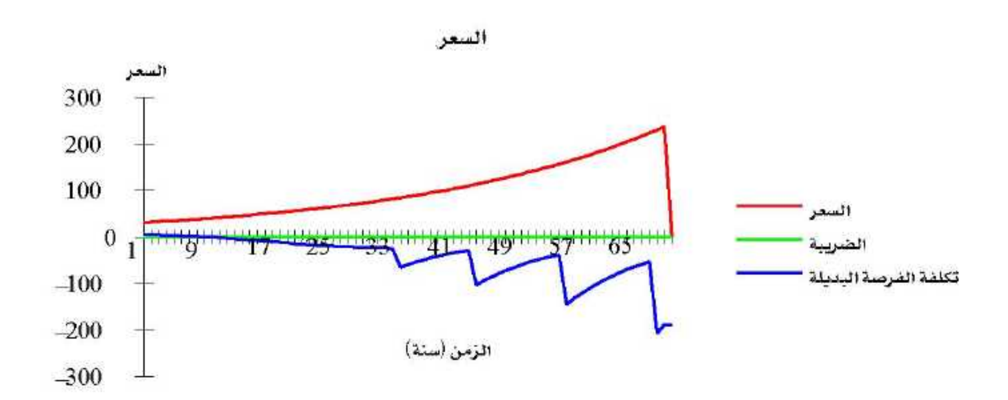
aR + bR^2 + cR^3 + e(MSS-S) + fR(MSS-S) + gR(MSS-S)/S :دالة التكاليف

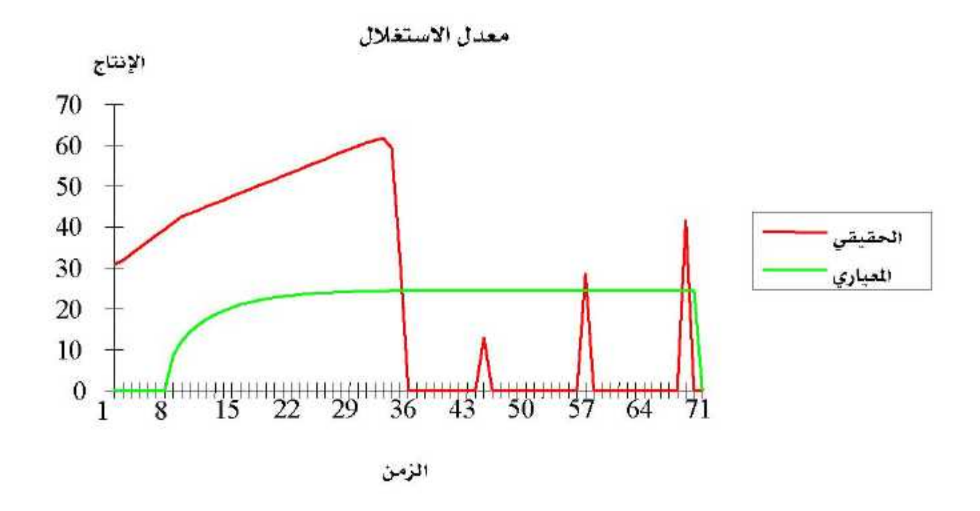
معادلات دالة التكاليف	a:	2	b:	0.003	c:	0.005
	e:	0.05	f:	0.02	g:	0.05

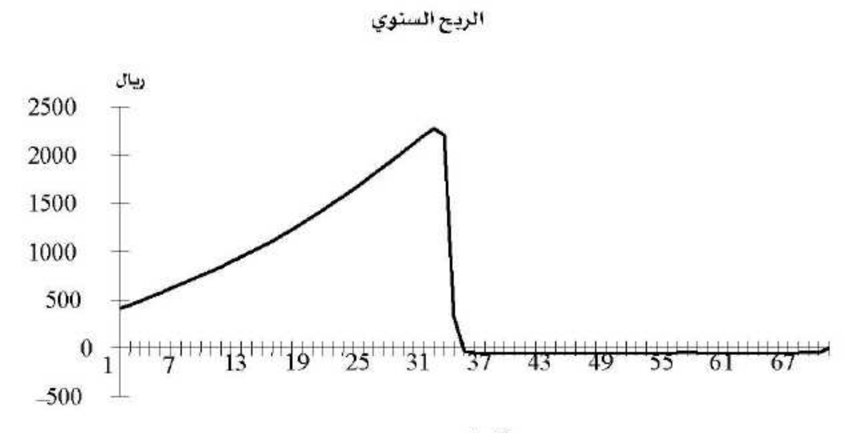
S(t+1) = S(t) + u +vS(t)[1 - S(t)/K]-R(t) :دالة النمو للمورد

u:	0	v:	0	K:	1000	MSS:	1000.00

الزمن	سعر السوق	الضريبة			لاستغلال المعياري	الاستغلال الحقيقي	المخزون المتبقي	تكلفة الفرصة البديلة	الربح السنوي
1	31	0	31	35.3	30.92	30.92	506.58	5	407
2	32	0	32	36.2	31.79	31.79	512.28	5	445
3	33	0	33	37.2	33.37	33.37	516.39	4	487
4	34	0	35	38.1	34.93	34.93	518.92	4	529
5	35	0	36	39.1	36.47	36.47	519.90	3	572
6	36	0	38	39.9	37.99	37.99	519.34	2	616
7	37	0	40	40.8	39.52	39.52	517.27	2	660
8	38	0	41	41.7	41.05	41.05	513.68	1	705
9	39	0	43	42.5	42.52	42.52	508.63	(0)	750
10	40	0	44	43.3	43.34	43.34	502.78	(1)	795
11	42	0	46	44.2	44.17	44.17	496.10	(2)	843
12	43	0	47	45.0	45.00	45.00	488.60	(3)	892
13	44	0	49	45.8	45.83	45.83	480.26	(4)	943
14	45	0	50	46.7	46.65	46.65	471.04	(5)	996
15	47	0	52	47.5	47.48	47.48	460.94	(7)	1,051
16	48	0	54	48.3	48.31	48.31	449.89	(8)	1,108
17	50	0	55	49.1	49.14	49.14	437.87	(9)	1,167
18	51	0	57	50.0	49.98	49.98	424.82	(10)	1,228
19	53	0	58	50.8	50.81	50.81	410.66	(12)	1,291
20	54	0	60	51.6	51.65	51.65	395.31	(13)	1,356
21	56	0	61	52.5	52.49	52.49	378.68	(14)	1,424
22	57	0	63	53.3	53.33	53.33	360.65	(16)	1,494
23	59	0	64	54.2	54.16	54.16	341.07	(17)	1,566
24	61	0	66	55.0	55.00	55.00	319.78	(18)	1,640
25	63	0	67	55.8	55.84	55.84	296.57	(19)	1,716
26	65	0	68	56.7	56.67	56.67	271.19	(20)	1,794
27	67	0	69	57.5	57.49	57.49	243.34	(21)	1,874
28	69	0	70	58.3	58.31	58.31	212.65	(22)	1,955
29	71	0	71	59.1	59.11	59.11	178.66	(22)	2,036
30	73	0	72	59.9	59.89	59.89	140.78	(22)	2,118
31	75	0	73	60.6	60.63	60.63	98.29	(22)	2,197
32	77	0	74	61.3	61.31	61.31	50.27	(22)	2,271
33	80	0	75	61.8	61.78	50.27	7.16	(23)	2,207
34	82	0	112	59.3	59.34	7.16	1.07	(27)	329


السعر
السعر
300
200
100
0
-100
-200
-300
1
9
17
25
33
41
49
57
65
الزمن (سنة)
السعر
الضريبة
تكلفة الفرصة البديلة


معدل الاستغلال
الإنتاج
70
60
50
40
30
20
10
0
1
8
15
22
29
36
43
50
57
64
71
الزمن
الحقيقي
المعياري


الربح السنوي
ريال
2500
2000
1500
1000
500
0
-500
1
7
13
19
25
31
37
43
49
55
61
67
الزمن

4–4 مصائد الأسماك:

تمثل مصائد الأسماك Fisheries أنموذجاً للمورد المتجدد الأحيائي أي: الذي يعتمد في نموه على التكاثر أو النمو الداخلي. وكما هو معروف فإن حقوق الملكية لأكثر الموارد المتجددة تعد مفتوحة (ذات ملكية مشاعة)، أي: لا توجد ملكية خاصة لهذه الموارد قبل حيازتها في غياب السياسات الحكومية.

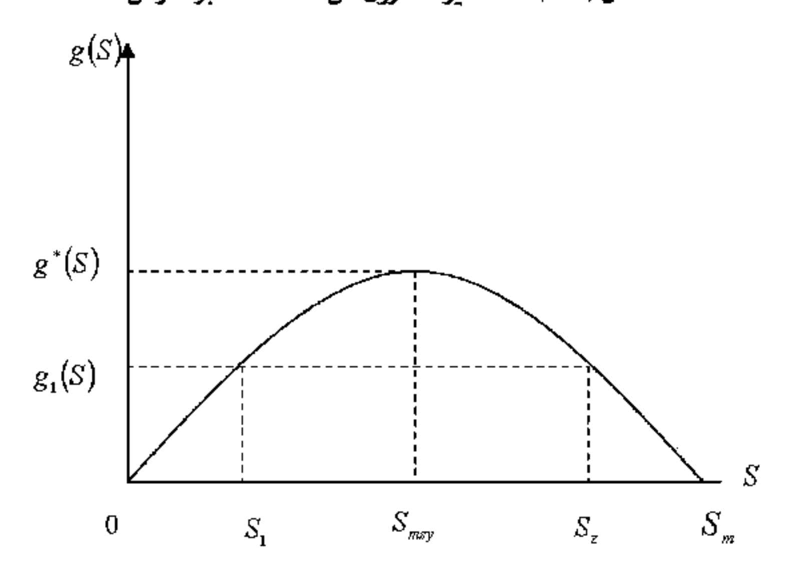
حيث تمثل S_t المخزون من السمك في الحقبة t، وحيث $\frac{dS_t}{dt}$ توضح تغير المخزون من الأسماك عبر الزمن، وبعبارة أخرى فإن معدل أو مستوى نمو الرُبيان أو السمك في هذا المصيد هو $\frac{dS}{dt} = G(S)$

حيث يعبر عن النمو $G(S)$ بدالة لوجستية Logistic Function هي:

$$G(S) = r.S\left(1 - S/_{S_m}\right)$$

حيث r تعبر عن النمو اللحظي لمخزون الأسماك S، حتى يصل المصيد أو المنطقة إلى قدرتها الحمولية القصوىMaximum Carrying Capacity التي نرمز لها هنا بـ S_m.

الشكل (4–4) دالة تغير المخزون من الأسماك عبر الزمن



وتمثل مصائد الأسماك الدولية مثالاً على ارتفاع مستوى استغلال الموارد ذات الملكية المشاعة المتجددة، إذ يؤدي استغلالها المفتوح عادة إلى تدهور أو انخفاض المخزون من هذا الموارد. من خلال زيادة الصيادين وزيادة حجم الصيد، الذي يبدأ عادة بصيد الأسماك الكبيرة ثم المتوسطة ثم الصغيرة؛ مما يؤدي بمنحنى الاستغلال إلى الانخفاض في المدى الطويل.

4–5 المراعي:

للمراعي Range Lands أهمية اقتصادية كبيرة من حيث تكلفتها كمصدر للأعلاف مقارنة بتكلفة الأعلاف الزراعية اللازمة للإنتاج الحيواني، كما أنها توفر الغذاء والملجأ للحياة الفطرية بأنواعها المختلفة. وتلعب المراعي Rangelands دوراً اقتصادياً مهماً ورئيساً في حماية التربة ومساقط المياه من عوامل التعرية وفي زيادة نفاذ المياه إلى باطن الأرض وحفظ الرطوبة الأرضية وتجديد المياه الجوفية والحد من حركة الرمال ومقاومة الزحف الصحراوي والمحافظة على التوازن البيئي بالإضافة إلى توفير الفوائد الترويحية الأخرى للمواطنين كالصيد والتنزه والترفيه وغيرها؛ وكل هذه الفوائد لها منافع اقتصادية واجتماعية وبيئية كبيرة للمجتمع.

ومن ثم تعد المراعي كنزاً طبيعياً لا ينضب (إذا تمت حمايتها وإدارة استغلالها بوعي)، إضافة إلى أنها لا تحتاج إلى الكثير من الجهد والمال والأراضي الخصبة ومياه الري؛ إذا ما قورنت بما تحتاجه المنتجات والنباتات الزراعية الأخرى، مما يجعلها ذات مردود اقتصادي واجتماعي وبيئي عالٍ لأي مجتمع.

4–5–1 الحمولة الرعوية:

تعرف الحمولة الرعوية Grazing Capacity بأنها أكبر عدد ممكن من حيوانات الرعي يمكنها أن ترعى في وحدة المساحة من المراعي خلال مدة زمنية محددة وتعطي أكبر إنتاج مستمر من المنتجات الحيوانية على المدى الطويل، دون أن تتدهور المصادر الأساسية في مساحة المرعى؛ وتحدد الحمولة الرعوية أساساً بكمية العلف المتاح الذي ينتجه المرعى وبمعامل الاستغلال السليم المسموح به خلال موسم الرعي والاحتياجات الغذائية للحيوان نفسه. نظراً لأن فصائل الحيوانات المختلفة

(إبل . ماعز . أغنام، ....) تختلف في احتياجاتها الغذائية؛ فقد وجد العلماء أنه من الأفضل عند تقدير الحمولة الحيوانية أن نعبر عن عدد الحيوانات بما يسمى وحدة حيوانية Per Animal والوحدة الحيوانية القياسية المستخدمة عادة هي بقرة كبيرة ناضجة تزن حوالي 450 كجم، والوحدة الحيوانية المدارية هي بقرة كبيرة ناضجة يقدر وزنها في المتوسط بحوالي 300 كجم، وتستخدم الوحدة الحيوانية المدارية في المناطق الجافة وشبه الجافة ذات المراعي الفقيرة مثل المملكة العربية السعودية، ويدخل في حساب الحمولة الرعوية ما يأتي:

1) معامل الاستغلال:

يعرف معامل الاستغلالUtilization Coefficient بأنه عبارة عن مقياس نسبي لما تستهلكة الماشية، ويمدنا بمعلومات عن الكثافة الرعويةGrazing Intensity ومدى ملاءمة معدل التحميل Stocking Rate ونمط توزيع الماشية في المرعى، وعن التغطية والغذاء المتاح للأحياء الفطرية، وعن تغطية التربة، وعن القيم الجمالية للمرعى خلال موسم الرعي Range Time، ولكل نوع نباتي معامل استغلال سليم يضمن استمرار النبات في البناء والإنتاج.

ويعد معامل الاستغلال للمرعى متوسط معامل الاستغلال السليم للأنواع المهمة في المرعى، وهو يضمن عدم تدهور المرعى وبقاءه قوياً ومنتجاً، وفي الوقت نفسه يحافظ على المصادر الأخرى بالمرعى كالتربة والمياه. ويتراوح معامل الاستغلال الأمثل لأي مرعى في المناطق الجافة وشبه الجافة من 50٪ إلى 60٪ وتقل النسبة إذا كان المرعى متدهور أو كان الموسم جافاً.

2) الاحتياجات الغذائية للحيوانات:

الاحتياجات الغذائية للحيوانات (الكلأ) Forages، حيث تختلف الاحتياجات الغذائية للحيوانات حسب وزن الحيوان وطريق التغذية، وبشكل عام تحتاج الوحدة الحيوانية يومياً من 2.7٪ إلى 3٪ من وزنها أعلافاً محسوبة على أساس الوزن الجاف، أما إذا كانت الحيوانات منتجة فإنه يضاف إلى العليقة الحافظة كمية أخرى من المواد العلفية تختلف باختلاف كمية الإنتاج المراد تحقيقه ونوعيته، ويفضل حساب

الإنتاج العلفي على أساس سنة متوسطة الأمطار نظراً لتذبذب الأمطار من سنة لأخرى.

إن التعبير عن الحمولة الرعوية لا بد أن يشمل ثلاثة مكونات وهي عدد رؤوس الماشية، ومساحة المرعى، ومدة الرعي، ويمكن التعبير عن الحمولة الرعوية كمياً بطريقتين هما:

1. عدد الحيوانات الممكنة في الهكتار لمدة معينة.
2. عدد الهكتارات اللازمة لكل وحدة حيوانية في مدة زمنية معينة.

4-5-2 القيمة الاقتصادية للمراعي:

تعتمد القيمة الاقتصادية للمراعي Range Economic Value على ثلاثة عناصر متمثلة في: (1) ما تقدمه المراعي للمواشي من مادة جافة كعلف. (2) ما تقدمه المراعي من منافع ترفيهية وتنفيسية للمواطنين. (3) ما تقدمه المراعي من منافع لحماية الحياة الفطرية والتنوع البيولوجي للنظام البيئي؛ غير أن العنصرين الآخرين من الصعب تقديرها، نظراً لأنهما يعتمدان على طرق تقدير غير مباشرة في حسابهما (كطريقة تكلفة السفر Travel Cost، وطريقة رسوم الدخول Entrance Fee ومع أهمية هذين العنصرين للقيمة الاقتصادية للمراعي للمجتمع، إلا أنهما لا يعدان القيمة الوظيفية الأساسية للمراعي مقارنة بالعنصر الأول الذي يقدر بطريقة مباشرة، الممثل في قيمة المراعي كمراعٍ للماشية. ولذلك ستركز منهجية حساب القيمة الاقتصادية المباشرة للمراعي على هذا العنصر ذي الفائدة المباشرة.

وترتكز فكرة القيمة الاقتصادية للمراعي على حساب القيمة السوقية للمادة النباتية الجافة الصالحة كعلف للماشية التي يتم إنتاجها خلال السنة، فإذا تم حساب كمية الناتج من المادة النباتية الجافة خلال السنة لمنطقة ما، يتم ضرب هذه الكمية بالطن في سعر الطن الواحد من العلف البديل كالبرسيم أو الرودس أو الذرة أو غيرها من أنواع الأعلاف، وبذلك سيكون الناتج قيمة القدرة الإنتاجية للمراعي بالوحدة النقدية.

القيمة الاقتصادية المباشرة للإنتاجية الحالية لمرعى ما = متوسط كمية المادة النباتية الجافة المنتجة خلال سنة × سعر العلف البديل.

ويلاحظ هنا أن هذه الطريقة تحسب القدرة الإنتاجية الحالية للمرعى في وضعه الراهن Status Qou، أي: في حالة الوضع الذي قد يكون متدهوراً للمراعي. وعليه فيجب حساب القيمة الاقتصادية لإنتاج المرعى في حال تمت إدارته بشكل كفؤ وتم إعادة تأهيله ليصبح في وضع جيد. وهذه القيمة يتم حسابها على أساس القدرة الإنتاجية في حالة المراعي الجيدة الإدارة وتحت ظروف الإدارة الصحيحة للمرعى؛ تلك التي يمكن حسابها من واقع إنتاجية المناطق المحمية القريبة من هذه المراعي كالمطارات والمحميات والمناطق العسكرية التي لم تتدهور مراعيها كمناطق محمية وفي الوقت نفسه تعتبر مناطق قياسية مشابهة، وهو ما يقدم لنا إنتاجية المرعى المثلي Potential في حال تمت إدارته بشكل جيد.

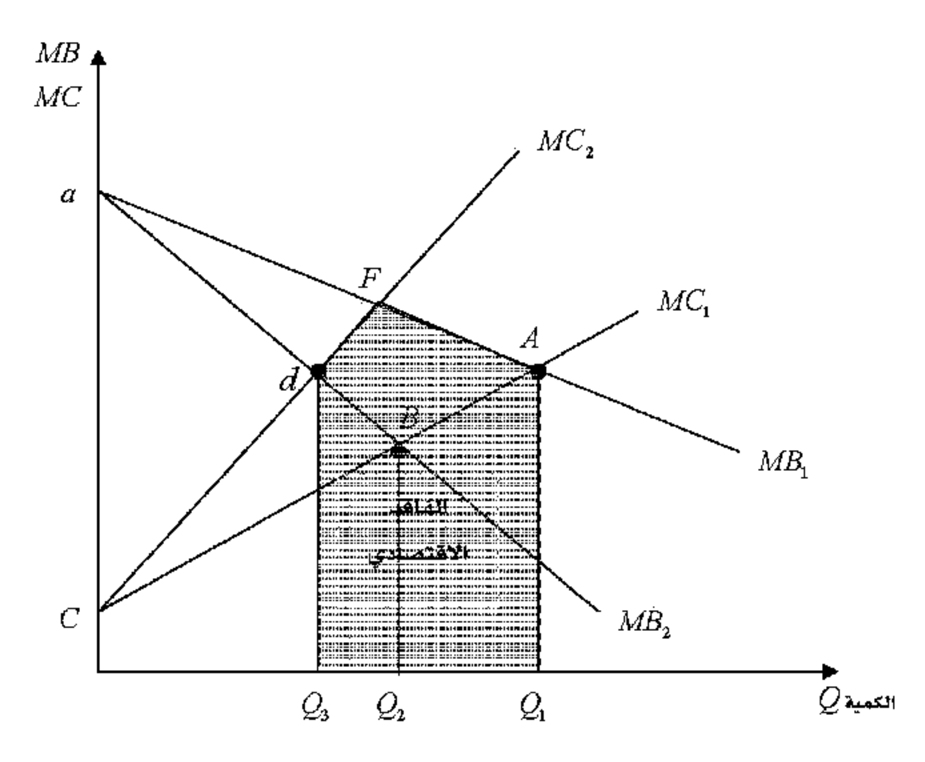
القيمة الاقتصادية المباشرة للإنتاجية المثلى لمرعى ما = متوسط كمية المادة النباتية الجافة التي ستنتج خلال سنة في حالة الإدارة المثلى × سعر العلف البديل للوحدة من الكمية.

كما يمكن حساب قيمة الفاقد أو الهدر الاقتصادي Economic Loss الناتج من تدهور المراعي وعدم إدارتها بشكل متكامل، من خلال حساب الفرق في القيمة الاقتصادية المباشرة للمراعي في وضعها الحالي مع القيمة الاقتصادية المباشرة للمراعي في حالة الإنتاجية المثلى أي: تحت إدارة مثلى (كفؤة).

قيمة الفاقد الاقتصادي لسوء استغلال مرعى ما = القيمة الاقتصادية المباشرة للإنتاجية المثلى للمرعى تحت إدارة كفوءة – القيمة الاقتصادية المباشرة للإنتاجية الحالية للمرعى.

ويوضح الشكل (4–5) الهدر أو الفاقد الاقتصادي لوجود ملكية مشاعة للمراعي وغياب الإدارة.

الشكل رقم (4—5) الفاقد الاقتصادي لوجود ملكية مشاعة للمراعي وغياب الإدارة



ويوضح الشكل (4—5) أثر الملكية المشاعة Common Propertyعلى استغلال المراعي مع غياب نظام إدارة كفؤ لها. ويوضح الرسم أن منحنى المنافع الحدية MB_2 هو المنحنى الحقيقي لاستغلال المرعى، بينما منحنى MB_1 هو المنحنى في حالة وجود إعانة غير مباشرة لاستغلال هذه المورد (كملكية مشاعة) دون إدارة كفؤة للمراعي؛ بينما التكاليف الحدية الحقيقية لاستغلال المورد هي MC_2 ؛ و MC_1 هي التكاليف الحدية السوقية (المباشرة) لاستغلال المرعى في حالة الملكية المشاعة دون إدارة كفؤة للمراعي. والفرق بينهما هو تكاليف الوفورات (الخارجيات) نتيجة استغلال المستفيدين من المورد لنظام الملكية المفتوح Open Acess للمورد.

نلاحظ أنه في حال غياب إدارة واعية من قبل السلطات المسؤولة عن المراعى فإن نقطة التوازن ستكون عن النقطة A حيث تكون الكمية المستغلة من المورد

Q_1 ، بينما لو تم اعتبار المنافع الحقيقية الحدية MB_2 بدلاً من MB_1 لأصبح التوازن عند النقطة B ، وبذلك تنخفض الكمية المستغلة من المورد Q_1 إلى Q_2 ؛ بينما إذا تم اعتبار التكاليف الاجتماعية MC_2 بالإضافة إلى المنافع الاجتماعية لاستغلال المراعي MB_2 ، فإن التوازن سيكون عند النقطة هو d، وبذلك ينخفض مستوى استغلال المورد من Q_1 إلى Q_3.

ونلاحظ أن تأثير غياب تعريف متكامل للكية المورد (أي: وجود ملكية مشاعة) وغياب الإدارة الكفؤة للمراعي، يؤدي إلى زيادة استغلال المورد بطريقة جائرة بكمية يمكن قياسها من Q_1 إلى Q_3 مما يؤدي إلى تدهور ونضوب مورد المراعي على المدى الطويل. كما أن حجم الخسارة أو الفاقد الاقتصادي للمجتمع من الاستغلال الجائر سيقدر بمساحة $A\ F\ Q_1\ Q_3\ d$.

وكمثال على ما سبق لنفترض أن لدينا مرعى بمساحة 100 كيلومتر مربع، وأن إنتاجية الكيلو متر المربع هي 0.5 طن من العلف في السنة، وعليه فسنقوم بحساب عدد الإبل (الحمولة الرعوية من الإبل) في هذا المرعى؛ فإذا كان سعر الطن من العلف = 10.000 ريال، فإن القيمة الاقتصادية لإنتاجية المرعى= 10.000 × (100×0.5)= 500.000 ريال

والآن لنفترض أن هناك منطقة محمية مجاورة لهذا المرعى وأن إنتاجيتها المثلى هي طن من العلف للكيلو متر المربع في السنة، وهذا يعني أن منطقة المرعى في حالة الإدارة الجيدة ستكون حمولتها الرعوية ضعف الوضع الحالي أي:

القيمة الاقتصادية للمراعي في حالة الإدارة الكفؤة = 10.000 × (100×1)= 1.000.000 ريال

وهذا يعني أن القيمة الاقتصادية للإنتاجية المثلى للمرعى= 1.000.000 ريال

وهذا يعني أن الفاقد الاقتصادي للمجتمع يسبب وجود نظام ملكيه مشاع للمراعي = القيمة الاقتصادية لوجود نظام كفؤ – القيمة الاقتصادية الحالية = 1.000.000 – 500.000 = 500.000 ريال. وهذا يعني أن الفاقد الاقتصادي لإنتاجية

المرعى نتيجة الرعي الجائر وسوء الإدارة للمرعى هي = القيمة الاقتصادية للإنتاجية المثلى للمرعى – القيمة الاقتصادية الحالية.

4-5-3 عوامل وأسباب تدهور المراعي:

إن تدهور المراعي ومعوقات تنميتها رأسياً من حيث الطاقة الإنتاجية للمرعى وأفقياً من حيث المساحة الرعوية يعود لعوامل طبيعية وعوامل بشرية:

4-5-3-1 العوامل الطبيعية:

وهي عوامل ليس للعنصر البشري دخل فيها، ولكنها تعد معوقاً لتنمية المراعي أو سبباً لتدهورها ومن أهمها الأسباب الآتية:

الظروف المناخية غير الملائمة، من تذبذب كبير في درجات الحرارة وتذبذب كبير في كمية الهطول المطري وصعوبة توزيع المياه وغيرها من العوامل البيئية، وهذه من العوامل التي أدت إلى تدهور المراعي وانتشار الجفاف Aridity والجدب Drought والتصحر Desertification.

التشكيلات الجغرافية الوعرة والتضاريس الصعبة والأراضي الرطبة التي تعد معوقاً أمام التنمية الرعوية والاستصلاح الرعوي.

4-5-3-2 العوامل البشرية:

وهي عوامل بشرية من وضع الإنسان نفسه أدت لتدهور المراعي، وقد تؤدي مجتمعة أو بعضها إلى تدهور المراعي، ومنها الأسباب الآتية:

1. انتشار استخدام وسائل النقل الحديثة والسريعة وسهولة شق الطرق الترابية العشوائية من قبل الرعاة والمتنزهين وأثرها التدميري على التربة والغطاء النباتي.
2. عدم اتباع أنظمة الحماية والإدارة المتكاملة للمراعي بشكل فعّال، والصعوبات الإدارية في تطبيق الدورات الرعوية.

3. عدم توافر الكوادر الفنية المتفهمة لنمط الحياة في مناطق الرعي وانعدام الحوافز الجيدة والمشجعة للانخراط في الكوادر الفنية المدربة لإدارة المراعي.

4. إهمال مشروعات التنمية المستدامة والمتوازنة والمتكاملة للمراعي وعدم المتابعة المستمرة لها وعدم التعاون على المستوى الإقليمي.

5. زيادة أعداد المواشي في مساحات محددة دون أية قيود أو مراقبة وسهولة الاستيراد للمواشي.

6. الإفراط في تقديم الإعانة للرعاة مع وجود أخطاء في طريقة توزيع استغلالها، وسوء استخدام هذه الإعانات وما أدت إليه من زيادة في أعداد المواشي عن القدرة الحمولية للمراعي.

7. الرعي الجائر والرعي المطلق والرعي المبكر للمراعي.

8. إزالة المراعي من أجل استخدام أراضيها للزراعة أو العمران.

9. الظروف الاقتصادية للمنطقة بسبب الوفرة النفطية والاتجاه نحو حياة المدن والصناعة وانخفاض الاهتمام بالمراعي كمورد اقتصادي حيوي.

10. ظهور ما يسمى بالراعي الأجير المستورد من خارج المنطقة، الذي غالباً ما يكون غير مؤهل للمهنة.

11. دخول تجارة الاستثمار الرعوي إلى المجتمع الرعوي واستثمار المراعي بشكل تجاري جشع وكثيف جداً.

12. إهمال مهنة الرعي لكونها مهنة شاقة وانتباذها اجتماعياً من بعضهم، ووجود مصادر أخرى للدخل أفضل اقتصادياً واجتماعيا، وتحويلها لدى بعضهم إلى حيازة لأغراض تفاخرية وجمالية لنخبة اجتماعية.

13. التغير في حقوق الرعي التاريخية ونظمها جعل المراعي مناطق مفتوحة دون قيود Communal Grazing تنظمها وتضمن عدم إساءة استخدامها.

14. انخفاض وانعدام التوعية الاجتماعية والإعلامية، وضعف وسائل وجهود نشر الوعي البيئي مع أهمية المحافظة على البيئة الرعوية للمجتمع الرعوي.

15. عدم تطبيق القوانين التي تسن لتنظيم المراعي وإدارتها بشكل جدي، وبالإضافة إلى أسباب أخرى كثيرة كان للإنسان دخل فيها.

4-5-4 مظاهر ومؤشرات تدهور المراعي:

تحدثت معظم التقارير والدراسات والمسوحات عن التدهور الذي أصاب المراعي وأدى إلى اتساع رقعة الصحراء، وبروز مظاهر التصحر الذي انعكس في عدد من المظاهر. أحدها تلف الغطاء النباتي للتربة مما يؤدي إلى انخفاض الاحتمالات الحالية والمستقبلية لإنتاج التربة، ومن ثم تتفكك التربة وتقشرها وتعريتها وزحف الرمال المتحركة عليها بواسطة عوامل التعرية، وارتفاع نسبة الملوحة وقلة المخزون المائي الجوفي. وهذا أشد وأخطر مراحل التصحر، وتقول الدراسات إن خطر التصحر يشمل 14٪ من سكان العالم، وتعد مناطق الوطن العربي أكثر مناطق العالم تأثراً بهذه المشكلة، فمعظم أراضيه تقع في النطاق الصحراوي أو شبه الصحراوي، وتسيطر عليها الظروف الجافة أو شبه الجافة و90 ٪ من مساحتها معرضه للتصحر ولديها أكثر من ثلث الأراضي المتصحرة في العالم. وتختلف حالة التصحر ودرجة خطورته من منطقة لأخرى تبعاً لاختلاف نوعية العلاقة بين البيئة من ناحية وأسلوب استخدام الإنسان لمواردها من ناحية ثانية، وقد تم الاتفاق في مؤتمر نيروبي 1977م على تحديد درجات التصحر بأربع درجات حسب شدته وخطورته:

أ) تصحر طفيف Slight Desertification، ويحدث إذا تعرضت كل من التربة والنباتات الطبيعية لفقد بسيط لا يؤثر على الطاقة البيولوجية والطبيعية للبيئة.

ب) تصحر معتدل Moderate Desertification، ويحدث إذا تعرضت النباتات الطبيعية لتلف قليل أو تكونت أراضٍ رديئة بفعل التعرية الهوائية والمائية أو تكونت كثبان رملية أو تعرضت التربة الزراعية للتملح.

ت) تصحر شديد Sever Desertification ، ويحدث إذا حدث تغير واضح في نوعية نباتات وحشائش المرعى حيث تنخفض النباتات المستساغة للحيوانات، وتسود الأنواع غير المرغوبة لرعي الحيوانات، وتفقد التربة طبقتها السطحية الخصبة، وتزداد ملوحتها، وتنخفض فيها الإنتاجية لأكثر من النصف.

ث) تصحر شديد جداً Very sever Desertification ، ويصبح التصحر شديداً جداً، إذا ازدادت درجة تدهور النباتات الطبيعية إضافة إلى تعرض التربة للتملح الشديد إلى الحد الذي يحرمها من الإنتاج ويحولها لتربة عقيمة.

ويبين الجدول (4–1) درجات التصحر والنسبة المئوية للأراضي المعرضة لخطر التصحر في العالم حسب تقديرات الأمم المتحدة عام 1989م:

الجدول (4–1) مساحة ودرجة التصحر في أنحاء العالم

درجة التصحر / مساحة التصحر		أوربا	أستراليا	آسيا	إفريقيا	أمريكا الشمالية	أمريكا الجنوبية
عالٍ جداً	كم^{2}	48957	307732	790312	1725165	163191	414195
	%	0.5	4.0	1.8	5.7	0.7	2.3
عالٍ	كم^{2}	–	1722056	7253646	4910503	1312524	1261235
	%	–	22.4	16.5	16.2	5.4	7.1
متوسط	كم^{2}	189612	3712213	5607563	3740966	2854293	1602388
	%	1.8	48.3	12.8	12.3	11.8	9.0
صحراء حقيقية	كم^{2}	–	–	1580624	6177906	32638	200492
	%	–	–	3.6	20.4	0.1	1.1

المصدر: قنديل، السيد عزت، "أهمية الغابات في مكافحة التصحر"، مجلة العلوم والتقنية، الرياض، العدد الحادي والخمسون رجب 1420هـ.

وقد أدى تدهور المراعي وانتشار ظاهرة التصحر إلى:

1. انخفاض في مستوى التغطية والإنتاجية النباتية من الكلأ.
2. تناقص أو انقراض الأنواع النباتية المستساغة والمفيدة للرعي في كثير من المراعي.
3. تزايد نسبة الأنواع منخفضة القيمة الغذائية والسامة التي لا ترعاها الماشية في المراعي.
4. ازدياد مظاهر التعرية كانجراف التربة واتساع رقعة الكثبان المتحركة وظهور الأخاديد العميقة، وتفتت وتصلب التربة.
5. تزايد الطرق العشوائية وتزايد المزارع والزحف العمراني والصناعي على مناطق المراعي خصوصاً في أماكن توفر المياه وتكثر فيها المراعي.
6. تزايد الخلل البيئي نتيجة لعدم التوازن في النظام البيئي كارتفاع متوسط درجات الحرارة، لما للمراعي من دور مهم في امتصاص ثاني أكسيد الكربون CO_2 وأدى تدهورها إلى حدوث اضطراب في دورتها، وكذلك اختفاء وانقراض بعض الكائنات الإحيائية المرتبطة بالمراعي، التي لها دور في إحداث التوازن البيئي، وتزايد العوالق الترابية في الهواء، وانخفاض امتصاص التربة لماء المطر، وغيرها من الملوثات.
7. تردي الأوضاع الاقتصادية والاجتماعية لسكان المراعي، مما يدفعهم أكثر إلى الرعي الجائر.

4-5-5 توصيات ومقترحات لحماية وتنمية المراعي:

من أجل تنمية وحماية المراعي توضح كثير من الدراسات أهمية الأخذ بعدد من السياسات التي من أهمها:

1. تبني استراتيجية موحدة ومتوازنة ومتكاملة على مستوى المناطق والأقاليم الرعوية، ونشر الوعي الرعوي للوقاية من التدهور الرعوي باستخدام وسائل الإعلام المسموعة والمقروءة والمرئية كافة لتخفيف حدة تدهور المراعي.

2. الاهتمام بالرعاة والبدو الرحّلNomadic Herders لأنهم العامل الأساس لوقف تدهور المراعي وجعله هدفاً لخطط التنمية المتوازنة والمستدامة من خلال توعيتهم وتدريبهم، مع إبراز دورهم في المجتمع وفي المحافظة على المراعي.

3. خلق نوع من التوازن بين الإنسان وبيئته عن طريق تنمية التفكير والمعرفة البيئية، وجعله مدركاً ومتفهماً لأهمية العلاقة التفاعلية بين الإنسان والبيئة، وأنه لا استمرار لأحدهما دون الآخر، ولا تنمية مستمرة دون رعاية بيئية واستثمار عقلاني للموارد البيئية. وإشراك الأفراد المحليين في برامج التوعية البيئية والتخطيط الرعوي حتى تستوعب هذه الجماعات أهمية الإدارة السليمة والعملية لضمان استمرارية نمو خطط وبرامج التنمية وحسن إدارة البيئة الرعوية، ولكي يتم توزيع الحصص الرعوية بشكل عادل ولتفهم أهمية الرعي الدوري البعيد عن الأنانية الفردية وعن الشيوع الجماعي لمنع تدهور الأراضي الرعوية.

4. تطوير مراكز البحث العلمي المهتمة بالمراعي وتوسيع قدرتها الإعلامية، وجعل الإعلام البيئي جزءاً من موازنة البحث العلمي.

5. وضع الأنظمة والتشريعات النافذة لحماية المراعي من الاستثمار اللاعقلاني، وخصوصاً الاستثمار الاقتصادي أحادي البعد من قبل الإنسان، وجعل هذه الأنظمة والتشريعات ملزمة ومصحوبة بإجراءات تنفيذية وجزائية رادعة وصارمة.

6. وضع برامج زمنية لتقييم الموارد البيئية وبخاصة الرعوية منها وحماية واستصلاح المراعي المتدهورة وإنمائها تمهيداً لإعادتها إلى سابق عهدها وزيادة مساحتها ما أمكن.

7. الاهتمام بمياه الصرف الصحي المعالج كمصدر مناسب، لزراعة الأعلاف البديلة واعتماد أنظمة ري تتلاءم مع بيئة ومناخ المنطقة أو الإقليم.

8. الاهتمام بإنشاء السدود السطحية والعقوم الكنتورية Contour Trenches الترابية لجمع وخزن مياه الأمطار بشكل لا يؤدي لتركيز الرعي بمناطق محددة حول مناطق الإرواء.

9. تقديم الدعم المالي المناسب لتنمية وإصلاح المراعي وجذب المتخصصين والخبراء بهذا المجال.

10. تطبيق نظام الحمى للمراعي أو ما يعرف بالدورات الرعوية لإدارتها بشكل مستدام.

11. حماية الأصول الوراثية (الجينات) للنباتات الرعوية من أجل عمليات إعادة تنمية المراعي، وكذلك للكائنات الحية بالإقليم أو المنطقة من أجل المحافظة على التنوع البيولوجي.

12. إقامة الأحزمة الخضراء للحماية من تحركات الكثبان الرملية وعرقلة زحف الرمال.

13. تخفيض أعداد المواشي ليصل إلى عدد يتناسب مع القدرة الحمولية لهذه المراعى عن طريق سياسات غير مباشرة.

4–6 موارد الغابات:

تعد الغابات Forests أحد الموارد الطبيعية المتجددة المهمة لإحداث التوازن البيئي، ومصدراً مهماً للأخشاب التي تدخل في كثير من الصناعات والاستخدامات المختلفة، كما أن أشجار الغابات لا يمكن أن تكون دائمة إلى الأبد، فلا بد للأشجار ككائن حي أن تكبر وتضعف بمرور الزمن ومن ثم تموت وتتحلل دون أن يستفاد منها. لذا فإن الأشجار التي تصل إلى مرحلة النضج لا بد أن تستغل بطريقة منظمة لإعادة الفرصة الجيدة للنباتات الجديدة لكي تنمو تحت ظروف أفضل مع إجراء بعض عمليات التربية مثل التقليم والخف وإعادة إصلاح الأماكن الخالية بحيث لا يؤثر ذلك على الإنتاج، وعلى وظيفة الغابات الأساسية وهي الحفاظ على البيئة. ومن المعروف أن نسبة كبيرة من غابات العالم أبيدت خلال السنين الماضية، بل تشير بعض الدراسات إلى أن 70٪ من الغابات المتبقية في الوقت الحاضر مهددة

بالفناء لأغراض تتعلق بصناعة الأخشاب، و20٪ منها مهددة بالقطع والإزالة من أجل التوسع الزراعي[1].

وتعود أهمية الغابات إلى دورها من الناحية الاقتصادية، والنواحي البيئية والجمالية والترفيهية، بل إنها تعتبر ملاذاً ملائماً لكثير من الكائنات الحية التي لم تكتشف أو تسجل بعد. وعلاوة على ذلك، فهي أحد العوامل المؤثرة في الطقس والمناخ على المستوى العالمي، وتُعد الغابات مصدراً مهماً للأوكسجين، إلى جانب دورها في تنظيف الجو من خلال امتصاص ثاني أكسيد الكربون. لذلك حرصت الدول والمنظمات الدولية على الحفاظ على الغابات، والعناية بها، والحد من قطعها وتدميرها، وخفض معدل انكماشها. وقد انعكس هذا الاهتمام في عقد العديد من الندوات العلمية والمؤتمرات التي تُعنى بهذا الموضوع، مثل المؤتمر الثالث "لدراسات الصحراء والبيئة ما بعد عام 2000م" الذي عقد في جامعة الملك سعود في عام 1999م، وغيره من المؤتمرات والندوات. لذا فلا بد من معاملة هذا المورد كمورد طبيعي متجدد للاستفادة القصوى منه في الإنتاج وحماية البيئة. وهناك طرق وأساليب علمية تكفل لمثل هذا الاستغلال تحقيق كل الأهداف البيئية والإنتاجية على حدٍ سواء، وذلك بالطبع يعني إرساء قواعد الإدارة المستدامة للغابات ووضع الخطط الفنية لتحقيق الأهداف المنشودة في أقصر مدة زمنية ممكنة. وهذه الإدارة المكثفة تساعد كثيراً في الحفاظ على الغابات وعلى ضمان عطائها المستمر عبر الأجيال ومع زيادة الإنتاجية.

وتعرف الغابات على أنها مجتمع نباتي مؤلف بصورة أساسية من أشجار ترافقها نباتات شبيهة ذات قياسات مختلفة ونباتات عشبية وطحالب وفطريات وغيرها من الكائنات الحية النباتية والحيوانية والفطرية. وتُعد الغابات أحد مكونات النظام البئي Ecosystems؛ وهي مكونه من مجموعة من الوحدات الإحيائية– النباتية والحيوانية، لها صلة بالأشجار الموجودة في الغابة.

---

[1] World Resource Institute, UN Environment Programme, UN Development Programe, The World Bank (1996) World Resources, 1996 – 1997 New York: Oxford University Press.

4-6-1 أهمية الغابات:

تكمن أهمية الغابات في مجموعة الفوائد والمنافع والوظائف والمنتجات التي يمكن الحصول عليها منها؛ حيث تعد الغابات الطبيعية من الموارد المتجددة التي وهبها الله عز وجل للإنسان، ومتى ما أحسنت إدارتها واستغلالها كانت فوائدها للإنسان وللمجتمع كثيرة ومستمرة. ومن أبرز هذه الفوائد: الخدمات البيئية العديدة التي تقدمها هذه الغابات التي يصعب تقديرها اقتصادياً، وكذلك الفوائد الاقتصادية المباشرة لمنتجات هذه الغابات، وبالطبع فليس هناك خط فاصل بين هاتين الفائدتين، فكلاهما يكمل الآخر وكلاهما يعتمد على الآخر، فالفوائد البيئية للغابات الطبيعية تعد في الوقت نفسه فوائد اقتصادية للسكان، ومن جهة أخرى تعد الغابات مدخرات وراثية عالية القيمة للبشرية يمكن الاستفادة منها في كل حين بتنوع المحاصيل الزراعية ورفع وتيرة أدائها عن طريق التحسين بالتقنيات الحيوية والهندسة الوراثية Genetic Engineering.

ويمكن تقسيم فوائد الغابات إلى نوعين؛ فوائد مباشرة يمكن تقدير قيمتها اقتصادياً وأخرى غير مباشرة، غالباً ما تكون بيئية أو إحيائية يصعب تقدير قيمتها اقتصادياً، غير أن كلا النوعين مهمان اقتصادياً للإنسان وللمجتمع. وفيما يأتي نورد أهم الفوائد البيئية والاقتصادية والإحيائية التي تقدمها الغابات الطبيعية لكل من البيئة والإنسان على سطح الكرة الأرضية.

4-6-1-1 الأهمية البيئية للغابات:

تشكل الغابات عاملاً مهماً في الحفاظ على التوازن البيئي Eco-equilibrium على سطح الأرض، بل إنها تعد أحد مكونات النظام البيئي؛ حيث تساعد على الحد من سرعة الرياح وانسياب مياه الأمطار على سطح الأرض؛ وبذلك تحد من انجراف التربة بسبب الرياح أو المياه الجارية. كذلك تعمل الغابات على زيادة تسرب المياه داخل التربة، وتتصدى للسيول والفيضانات، وتضمن تدفقاً منتظماً لمياه الينابيع والأنهار، كما أنها تزيد من خصوبة التربة بتساقط أوراقها وفروعها وتحللها مضيفة بذلك مواد عضوية للتربة. كما تلعب الغابات دوراً حيوياً في تلطيف المناخ وذلك لما لها من تأثير في درجة الحرارة، والرطوبة الجوية وفي الاحتفاظ بمياه

الأمطار والمحافظة على التوازن في نسبة الأكسجين وغاز ثاني أكسيد الكربون في الجو. كما تقوم الغابات الطبيعة بعملية تنقية الجو من ملوثاته؛ فهي تقوم بدور مرشح أو مصفاة حيوية للغبار والدخان وسواهما من ملوثات الجو. فقد ثبت أن الغابات المتسعة وكذلك البقع الغابية المحددة ومصدات الرياح تسبب حدوث دوامات هوائية تسهل التخلص من عناصر التلوث بما في ذلك الجراثيم؛ كما تفرز بعض الأشجار الخشبية الغابية (كالأرز والعرعر والبلوط) مواد كيميائية قادرة على القضاء على بعض الجراثيم؛ فعلى سبيل المثال فإن هكتاراً واحداً من غابة العرعر يكفي لتنقية هواء مدينة صغيرة بأكملها[2]. كما تعد الغابات ملاذاً للحياة الفطرية والبكتيرية التي لها أهمية قصوى في توفير البيئات المناسبة للحيوانات البرية؛ فهي مرتع أمين لها، وهي غطاؤها الواقي، وفيها غذاؤها المتنوع.

بالإضافة إلى ذلك تلعب الغابات دوراً رئيساً في بناء المادة الحية على مستوى الأرض، ويتمثل هذا الدور في تكوين المادة العضوية وتثبيت الكربون وإطلاق الأكسجين؛ فبالنسبة لتكوين المادة العضوية تقوم الغابات بتجهيز ما نسبته 45٪ من الإنتاج الكلي للمادة العضوية، و75٪ من الإنتاج العضوي في القسم اليابس من سطح الكرة الأرضية، وبالنسبة لتثبيت الكربون فتعمل الغابات من خلال عملية التمثيل الضوئي على تثبيت الكربون الموجود في الجو، حيث يتم تثبيت ما بين 20 إلى 40 مليار طن من الكمية الإجمالية للكربون الموجودة في الجو التي تبلغ 700 مليار طن المكونة لثاني أكسيد الكربون الجوي، لذلك يعد الحفاظ على الغابات الطبيعية وسيلة فعّالة في إبطاء معدل ظاهرة ارتفاع درجة حرارة الجو التي تعرف بظاهرة الاحتباس الحراري Global Warming. وبالنسبة لإطلاق غاز الأكسجين فقد أوضحت العديد من الدراسات أن كيلومتراً مربعاً واحداً من غابة استوائية يطلق في اليوم الواحد 10 طن من الأكسجين، أي: ما يعادل 36 طناً لكل هيكتار سنوياً، بينما تتراوح كمية الأكسجين المطلق في غابات المناطق المعتدلة ما بين واحد إلى ثلاثة أطنان لكل كيلومتر مربع في اليوم الواحد، أي: ما يعادل أربعة إلى عشرة أطنان لكل هيكتار سنوياً. ورغم أن كميات الأكسجين التي تطلقها

2 شلبي، محمد نبيل.مجلة العلوم والتقنية، الرياض، العدد 51، رجب 1420هـ.

الغابات المعتدلة تبدو متواضعة إذا ما قورنت بمثيلاتها في الغابات الاستوائية إلا أنها تمثل أكثر من ضعف كمية الأكسجين المنطلق من أنظمة بيئية رعوية بالمساحة نفسها وللمدة الزمنية نفسها[3].

ومن الجدير بالذكر أن هذه الفوائد السابقة ذات مردود اقتصادي على المجتمع بشكل عام، غير أنها في العادة تعد فوائد غير مباشرة ويصعب الحصول على قيمة اقتصادية بوحدات نقدية بطريقة مباشرة. فمثلاً: ما هي القيمة الاقتصادية التي يمكن أن نقدرها لتوفير غابات كافية وجيدة لتكون ملاذاً ومكاناً للنمر العربي المعرض للانقراض؟!

4-6-1-2 الأهمية الإحيائية (البيولوجية) للغابات:

بالإضافة إلى الأهمية البيئية والاقتصادية الكبيرة للغابات فإنها تعد مورداً متجدداً ومصدراً مهماً للتنوع الإحيائي Biological Diversity على المستوى النباتي والحيواني على حد سواء، حيث تشكل الغابات عنصراً متكاملاً من المحيط الحيوي اللازم لاستقرار المناخ العالمي وإدارة المياه والأراضي، فهي مأوى لأنواع لا تعد ولا تحصى من الحيوانات والنباتات والفطريات التي تعد عناصر حيوية للمنظومات التي تدعم حياة الإنسان: إذ تعد المأوى لكثير من الحيوانات البرية والحياة الفطرية بكل مكوناتها من طيور ونباتات وحيوانات، إضافة إلى دورها في حماية جملة ما يضمه العالم من مصادر وراثية نباتية وأنواع حيوانية تسهم مباشرة في حماية المنظومة البيئية المتوازنة. وتعد الغابات بمختلف أشكالها ومناطق انتشارها من أهم مخزونات المورثات الحية على سطح الأرض، فالكثير من الأغذية التي نستهلكها اليوم؛ كانت ومازالت في الأصل محاصيل برية في الغابات، ومازالت عمليات التربية والتحسين الوراثية تعتمد على الأصول الوراثية البرية الموجودة بتلك الغابات، التي عادة ما تملك صفات متميزة يمكن الاعتماد عليها في تحسين أداء الأصناف المزروعة من حيث الإنتاج ومقاومة الظروف البيئية الصعبة والإصابات المرضية والحشرية.

---

3 شلبي، محمد نبيل. مجلة العلوم والتقنية، الرياض، العدد 51، رجب 1420هـ.

والتنوع الحيوي كمفهوم يشمل كل مستويات النظام الحيوي بدءاً بالجينات فالأنواع ثم النظم البيئية. والتنوع في الأنواع يعني عدد الأنواع في وحدة المساحة ونسبة كل نوع، أما التنوع الجيني أو الوراثي فيقدر بعدد أنواع الجينات داخل المجتمع، ويظهر التنوع الوراثي أو التباين في الصفات الوراثية على مستويات مختلفة. فهناك تباين داخل الجنس الواحد أي: بين الأنواع، وتباين بين السلالات التي تنتمي إلى نوع واحد، وتباين بين السلالات نفسها. ويستفيد الإنسان كثيراً من التنوع الحيوي إذ يستخرج نصف ما يحتاج إلية من الأدوية من النباتات، كما يعتمد على مخزون هائل من الموارد الحيوية في إنتاج كميات كبيرة من المواد الغذائية في كل عام. ففي الولايات المتحدة مثلاً تستخلص حوالي 25٪ من الوصفات الدوائية من عقاقير مستخرجة من النباتات، وهناك آمال كبيرة في اكتشاف نباتات أخرى لهذا الغرض، وبالرجوع إلى النظم الزراعية المكثفة نجد أن نصف الحقول الزراعية في كندا تزرع بنوع واحد من الحبوب وأن كل إنتاج الولايات المتحدة من فول الصويا مصدره فقط ست نباتات جاءت من مكان واحد هو آسيا، ومن الصعوبة بمكان تقدير القيمة الاقتصادية للتنوع الأحيائي في الأوساط الغابية بالمفهوم الاقتصادي المعمول به، حيث إن جزءاً يسيراً فقط من هذه الأنواع يمكن أن يبدي قابلية للتحليل من وجهة النظر الاقتصادية، نظراً لأهميته المباشرة والمعروفة للإنسانية.

4-6-1-3 الأهمية الغذائية للغابات:

تمثل الغابات مصدراً مهماً، ومعيناً لا ينضب للمنتجات الغذائية والصناعية غير الخشبية. فالغابات تسهم مباشرة في تأمين الغذاء لسكانها إضافة إلى الكثير الآخرين الذين يعيشون بعيداً عنها. فالثمار التي تجنى منها، كالجوزيات والعنبيات والأجزاء النباتية التي تستعمل كتوابل ومكسبات طعم ولون ونكهة على سبيل المثال، تلقى إقبالا ورواجاً من سكان المدن والأرياف على حد سواء. ومن الجدير بالذكر أن كل غابة تختص إلى حد ما بأنواع معينة تنفرد بها عن غيرها. فعلى سبيل المثال إذا اختفت غابات أفريقيا، نجم عن ذلك اختلاف أنواع الموز البرية، وإذا تعرضت غابات أمريكا الوسطى والجنوبية للتدهور والاندثار، اندثرت معها كل الأصول البرية النشأة للمطاط والأفكادو والكاكاو والكاجو والبندق البرازيلي.

كما تعد الغابات مصدراً رئيساً من مصادر الأغذية الحيوانية في كثير من البقاع في العالم المتقدم والنامي على حد سواء.

4-6-1-4 الأهمية الطبية للغابات:

تعد الغابات بما تحتويه من أنواع نباتات مختلفة بمثابة مخزون كبير لم يستغل كما يجب، بعد للمركبات الكيمياتية الجديدة التي يستخدم الكثير منها في مجال الطب الشعبي والصناعات الدوائية. فطبقاً لإحدى الدراسات التحليلية فإن أكثر من 40٪ من الوصفات الطبية تشتمل على عقار من أصل طبيعي؛ إما من نباتات عليا (25٪) أو ميكروبات (13٪) أو من حيوانات (3٪). وتمثل المنتجات الطبيعية الوسيلة الوحيدة للتداوي لدى 75٪ إلى 90٪ من سكان البلاد النامية، وتستخلص المواد الفعالة التي تدخل في تكوين 25٪ من الأدوية الموصوفة من النباتات الطبية. وتقدر قيمة الأدوية النباتية المستمدة من النباتات على الصعيد الدولي في عام 2000م حوالي 45 مليار دولار سنوياً، تستأثر منها الولايات المتحدة الأمريكية بمفردها 14 مليار دولار. ويبلغ نصيب النباتات الراقية منها بمفرده ثلاثة مليارات دولار. ومن ثم فإن الحفاظ على هذه الأنواع وبيئاتها يمثل أحد المتطلبات الأساسية لقيام صناعة دوائية. وتعد الغابات الأكثر غنىً والموئل الأكثر تنوعاً للنباتات الطبية؛ ففي غابات مدغشقر مثلاً يوجد 7 أنواع مستوطنة من الونكة التي تحتوي على أشباه قلويدات مضادة للأورام السرطانية. فقد أمكن عزل اثنين من أشباه القلويدات من الونكة الوردية، وهما الفنيكابلاستين، والفينكريستين، واستخدما في علاج اللوكيميا (سرطان الدم) مما زاد من معدل شفاء الأطفال المصابين بهذا السرطان وإنقاذ حياتهم من 10٪ إلى 95 ٪، ومما يجدر ذكره أن العديد من هذه الأنواع مهددة بالتدمير، أو لعلة قد اختفى فعلاً من جراء تدمير الغابات[4].

إضافة لذلك يعد التاكسول من العقاقير النباتية المضادة للسرطان، ويستخلص هذا العقار من قشرة نبات الطقسوس صغير الأوراق الموجودة في غابات الغرب الأمريكي. كذلك أمكن عزل مركب الميشيلامين من النبات المتسلق المعروف باسم أنسيستروكلادوس الذي ينتشر في غابات الكاميرون، وقد ثبتت

4 شلبي، محمد نبيل. مجلة العلوم والتقنية، الرياض، العدد 52، شوال 1420هـ.

فعالية المركب المذكور ضد فيروس الإيدز حيث يعد حالياً أول مركب مجرب للكفاح ضد الإيدز. ولشجرة النيم التي تنتشر طبيعياً في غابات الهند فوائد طبية عديدة، إذ إن بذورها تحتوى على مركبات شتى منها مبيد حشري ليس له مخاطر المبيدات الكيميائية هو الأزادراكتين، ومنها أيضاً مطهر فطري ومانع للحمل. كما تستخدم مادة ريسربين في علاج حالات ارتفاع ضغط الدم. ومنذ منتصف الخمسينيات أصبحت هذه المادة هي الأساس في صناعة عقار المهدي للأعصاب[5].

4-6-2 محددات نمو واستغلال الغابات:

هناك العديد من المحددات الطبيعية والبشرية التي قد تساعد أو تعرقل مستوى نمو أو استغلال الغابات ومنها ما يأتي:

1- **التضاريس والمناخ:** من المعروف أن التضاريس غير المنتظمة- بعبارة أخرى الجبال ومنحدراتها- تشجع على النمو الشجري، ولكن يجب أن تتوافر لهذه المنحدرات الجبلية شروط مناخية أخرى؛ فالمطر والحرارة المرتفعة ينجم عنهما غابات الجبال الحارة؛ والحرارة المنخفضة ينجم عنها غابات النطاق البارد؛ أما الحرارة المرتفعة والمطر القليل فيؤديان إلى نمو الأعشاب الحارة، والمطر القليل مع الحرارة المنخفضة يؤديان إلى الأعشاب الباردة. وعليه يمكن الوصول إلى القاعدة الآتية: "أن الغابات تميل إلى السيطرة على المظهر الجبلي الوعر إذا كانت ظروف التربة والمناخ ملائمة"، ويدل على ذلك بوضوح امتداد النطاق الغابي في أمريكا الشمالية إلى العروض الوسطى في جبال الكاسكيد والروكي والأبلاش. ولا شك في أن وعورة التضاريس تقف حجر عثرة في سبيل استغلال المورد الغابي، فالانحدار الشديد يعرقل نقل الآلات إلى الغابة ويعرقل نقل الشجر المقطوع.

2- **الأنهار والمجاري المائية:** إن وجود المجاري المائية أمر على جانب كبير من الأهمية بالنسبة لاستغلال الموارد الغابية، حيث يساعد في عمليات النقل. ففي كل من نطاقي الغابات الباردة والحارة، تكون المجاري المائية (الشرايين الرئيسة) لنقل الأشجار المقطوعة من الغابة إلى أماكن استخدامها في محطات المناشر. كذلك

---

5 شلبي، محمد نبيل.مجلة العلوم والتقنية، الرياض، العدد 52، شوال 1420هـ.

اتجاه الأنهار إلى مناطق التوزيع أمر على جانب كبير من الأهمية؛ فأنهار السويد وفنلندا وجنوب كندا تتجه إلى مناطق التوزيع، وبالتالي فإن هناك اقتصاداً في تكلفة النقل، ولكن الأنهار التي تسير في اتجاه معاكس لمناطق التوزيع، كما هو الحال في شمال روسيا وسيبريا وغرب الولايات المتحدة، تزيد تكلفة النقل. وتعد أنهار المناطق الحارة أنهاراً دائمة الجريان ولا تتعرض للعقبات التي تتعرض لها أنهار المناطق الباردة، فهي أصلح لنقل الأشجار المقطوعة.

3– الماشية: للماشية دور مهم ذو شقين بالنسبة لاستغلال الموارد الغابية ونموها: الشق الأول هدمي والثاني نفعي؛ ويتمثل الشق الهدمي في أن هناك أنواعاً من الماشية مسؤولة عن القضاء على أجزاء من الغابات أو بطء نموها نظراً لأن تغذيتها تعتمد على أشجار الغابة في مرحلة نموها. ومن أهم أعداء بعض أنواع أشجار الغابة الماعز وفصائله العديدة والغزال الجبلي في المناطق المعتدلة والباردة، إلى جانب الأرانب وحيوانات الأشجار القارضة كالسنجاب. وعلى الرغم من الأخطار التي تسببها هذه الحيوانات إلا أن هناك قوانين تحميها من الصيد الجائر في غالبية دول الغابات الباردة. أما الشق النفعي للماشية فيتمثل أساساً في حيوانات المناطق الحارة، ففي تايلاند وبرما والهند أمكن استخدام الفيلة والجاموس في جر الأشجار الضخمة المقطوعة وخاصة أشجار التيك من الغابة إلى مجاري الأنهار.

4– العنصر البشري: للإنسان أثر مهم أكبر بكثير من أي أثر طبيعي آخر، فمنذ أن هبط الإنسان على سطح الأرض وهو يحاول أن يطوع الطبيعة له ويجعلها في خدمته، وقد كان لهذا بالغ الأثر، فقد كانت الغابات تحتل مساحة كبيرة من سطح الأرض، وقام الإنسان بالقضاء على جانب كبير منها رغبة منه في إيجاد الأرض اللازمة للسكن والزراعة، خاصة بعد انتقاله إلى مرحلة الزراعة. ومنذ اكتشاف الزراعة حتى وقتنا الحاضر والإنسان دائم التوسع في استغلال هذا المورد المتجدد. كما قام الإنسان باستخدام الأخشاب كمصدر للوقود، وكانت ومازالت مصدراً مهماً لنسبة كبيرة من سكان البلدان النامية. وتوضح النسب[6] المعروضة في الجدول رقم (4–2) نسب إنتاج الخشب في الاستغلالات المختلفة.

---

6 رياض، محمد، وآخرون. الجغرافيا الاقتصادية، الطبعة الثالثة، الدوحة، 1973م.

الجدول (4–2) نسب إنتاج الخشب في الاستغلالات المختلفة

الاستخدام	النسبة
استغلال الخشب كوقود	٪41
استغلال الخشب كمادة بناء	٪40
استغلال الخشب في قضبان السكة الحديد والمناجم	٪8
أوجه أخرى لاستغلال الخشب	٪10

4–6–3 عوامل وأسباب تدهور الغابات:

مما سبق تتضح لنا الأهمية البيئية والإحيائية والطبية والغذائية الكبيرة للغابات الطبيعية كمورد متجدد لسكان الأرض، وبالرغم من معرفة الإنسان لهذه الأهمية، إلا أن هذه الغابات تتعرض لعدد من العوامل التي تهدد استمراريتها في الإسهام في رفاهية الجنس البشري ومن أهم هذه العوامل:

1. الظروف البيئية الصعبة التي تتعرض لها الغابات، من حيث قلة كمية الأمطار وهطولها خلال مدة قصيرة، مع طول مدد الجفاف المصاحبة لدرجات الحرارة المرتفعة.

2. الاحتطاب الجائر unfair cutting للغابات دون الأخذ في الاعتبار معدلات نموها الطبيعي أو عدم الاهتمام بإعادة زراعتها، وخاصة في الدول النامية مما أدى إلى ما يسمى بالزحف الصحراوي في بعض هذه الدول؛ وغالباً ما كان هذا القطع الجائر بهدف التوسع الزراعي أو العمراني أو الحضري.

3. الرعي الجائر unfair grazing ويقصد به إطلاق عدد كبير من الحيوانات لترعى في الغابات دون النظر إلى أنواع هذه الحيوانات أو أعدادها أو أقصى مدة زمنية يمكن أن يتحمل المرعى خلالها مثل ذلك العدد، أو الوقت المناسب من عمر الغابة لتحمل مثل هذا المستوى من الرعي. فبعض الحيوانات تأكل القمم النامية للأشجار الصغيرة، وأطراف الأشجار الغضة مما يغير من شكل النمو المعتاد للشجرة، فتنمو نمواً مختلفاً، وقد تتقزم عند موت قمتها النامية، وإذا ما أصيب عدد كبير من أشجار الغابة

بمثل هذه الأضرار فإن الغابة كلها تتأثر تأثراً كبيراً ينعكس على ضعف إنتاجها وعدم مقدرتها على التجديد الطبيعي، وقد تتعرى أرض الغابة فيما بعد وتزول الغابة وتنهار التربة وتتجرف بتكرار هطول الأمطار.

4. الحرائق Fires التي تتعرض لها معظم غابات العالم بشكل متكرر، بل وتعد أكبر خطر يهدد الغطاء النباتي ككل وأشجار الغابات بصفة خاصة. وللحريق تأثير واضح في تغيير التركيب النباتي للغابات، حيث تزول بعض النباتات الحساسة للحريق (كما في الغابات الصنوبرية الغنية بالمادة الراتنجية) وتبقى الأشجار ذات الأوراق العريضة وبخاصة التي لها قلف مقاوم للحريق، وتعد الحرائق الطبيعية تاريخياً جزءاً من عملية التوازن البيئي ونادراً ما صنفت على أنها سبب رئيس لتدهور الغابات، ولكن المقصود بالحرائق هنا هو ما كان من فعل الإنسان سواء بقصد التخريب أو نتيجة الإهمال أو الخطأ.

أيضاً هناك من أسباب تدهور الغابات على سبيل المثال ما يأتي:

1. قصور الإلمام بالدور الحيوي والرئيس للغابات الطبيعية وتأثيراتها الإيجابية في مناحي الحياة المختلفة على سطح الأرض.
2. النمو السكاني السريع وانتشار الفقر وما يصاحبه من حاجة لاستغلال كبير للغابات.
3. قلة المتخصصين في مجال الإدارة المستدامة للموارد الطبيعية والغابات على وجه الخصوص.
4. تجاهل أهمية صيانة الغابات وتنميتها ورعايتها وتنميتها من أجل الحصول على أقصى فائدة منها بشكل مستمر.
5. عدم اكتمال الأسواق وإخفاقها مع السياسات السعرية في أداء دورها التصحيحي.
6. غياب تحديد واضح لملكية الغابات، ودخولها في مجال الملكية المفتوحة.

7. التحيز لاستخدام الغابات في الوقت الحالي من قبل الأجيال الحاضرة وعدم التفكير في مصالح الأجيال القادمة.

8. وجود متعديات خارجية لاستهلاك أو إنتاج الغابات لا تعكسها الأسعار السائدة في الأسواق.

4-6-4 مظاهر تدهور الغابات على البيئة:

البيئة Environment هي الوسط الطبيعي الذي تعيش فيه كل الكائنات الحية، وتشمل عناصر عدة كالمناخ والهواء وطبيعة الأرض ومدى توافر المياه وكميتها ونوعيتها وزمن وجودها والحيوانات والنباتات وأعدادها وأنواعها، وفي قمة هذه العناصر الإنسان وفعالياته ودورة حياته اليومية والاجتماعية وما يتطلبه لمعيشته. والبيئة نظام ديناميكي معقد فيه الكثير من المكونات التفاعلية، وتختلف من منطقة لأخرى، فلكل منطقة نظامها البيئي الخاص والمتميز، وأي تدهور كلي أو جزئي يحدث لأي عنصر من عناصر النظام البيئي؛ سيؤدي إلى تدهور خصائص النظام البيئي الطبيعي، خاصة إذا كان النظام البيئي يقع جغرافياً ضمن حزام المناطق الجافة وشبه الجافة. وتعد الغابات نظاماً بيئياً قائماً بذاته ومتوازناً مع النظام البيئي الطبيعي للكرة الأرضية، واختلال عناصره سيؤدي إلى التدهور البيئي Environmental Degradation وحدوث مشكلات بيئية متعددة وخطيرة، وقد ذكرنا عوامل وأسباب تدهور الغابات كنظام بيئي جزئي Micro Ecosystem والآن سنتناول بعض المظاهر الناجمة عن تدهور الغابات على البيئة:

1- التلوث Pollution، والتلوث إجمالاً هو عبارة عن التغيرات المرفوضة في الصفات الفيزيائية والكيميائية والحيوية للهواء والماء والأرض، التي تؤثر في نشاطات الإنسان والأحياء الأخرى الحيوانية والنباتية وتحد منها. والتلوث قد يكون مؤقتاً أو دائماً وقد يكون محلياً أو إقليمياً أو عالمياً، فمن الممكن أن يكون التلوث في الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية Atmosphere، أو في المحيط المائي Hydrosphere، أو في التربة وعلى اليابسة Lithosphere، ويؤدي التلوث بكل أشكاله إلى اختلال التوازن البيئي وانخفاض التنوع الأحيائي على جميع المستويات، وانقراض بعض الكائنات الأحيائية نتيجة لتغير ظروف معيشتها وبيئتها الطبيعية.

2– التصحر Desertification، يعرف التصحر حسب برنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP ومنظمة الأغذية والزراعة الدولية FAO؛ بأنه كل عملية تؤدي إلى كل أشكال التقهقر الطبيعي والاصطناعي لعوامل الأرض المعرضة لتأثير الجفاف الشديد في المناخ والتربة ما يؤدي بدوره إلى خراب النظام الحيوي الكامن للأرض وانخفاض قدرتها على الدعم المعيشي وسيطرة العوامل البيئية والصحراوية عليه وتحويله إلى ما يشبه الصحراء[7].

3– الاحتباس الحراري Global Warming الذي يعد خطراً بيئياً آخر وهو الارتفاع التدريجي في متوسط درجة حرارة الأرض الذي يشمل تأثيره على العالم بأسره، وتنعكس آثاره على الأجيال القادمة، وقد سبقت الإشارة إليه وإلى آثاره في الفصل الثاني.

4– تدهور التنوع الأحيائي Biological diversity Degradation، سبق وأن ذكرنا الأهمية الإحيائية للغابات، حيث يعد التنوع الحيوي مؤشراً حقيقياً للثروة الإحيائية (البيولوجية) المتاحة للاستغلال داخل النظم البيئية، وتنمية التنوع الحيوي تعني إثراء هذه النظم البيئية بهدف تحسين إنتاجيتها. إضافة إلى ذلك فإن نصف المحاصيل الزراعية التي ينتجها الإنسان حالياً مصدرها أنواع نباتية تعيش في الغابات الاستوائية التي تواجه خطر فنائها نتيجة لعمليات قطع الأشجار الجائر[8].

وبالتالي فإن تدهور التنوع الحيوي يشكل خطراً كبيراً على المحاصيل الزراعية؛ لأن نوعاً واحداً من الآفات يمكن أن يقضي على كل المحاصيل الزراعية، ويمتد الخطر ليشمل محاولات رفع الإنتاجية عن طريق تربية النباتات التي تؤدي إلى تحجيم القاعدة الجينية لمحاصيل الزراعة، ويكون ذلك في أغلب الحالات على حساب قدرة هذه النباتات على مقاومة الأوبئة والآفات، وتكمن أهمية التنوع الجيني وضرورة المحافظة عليه في قدرة جينات الأنواع البرية القوية على تقوية جهاز المناعة لدي النبات. واستعادة المقاومة المفقودة.

---

7 FAO/UNDP, 1984.

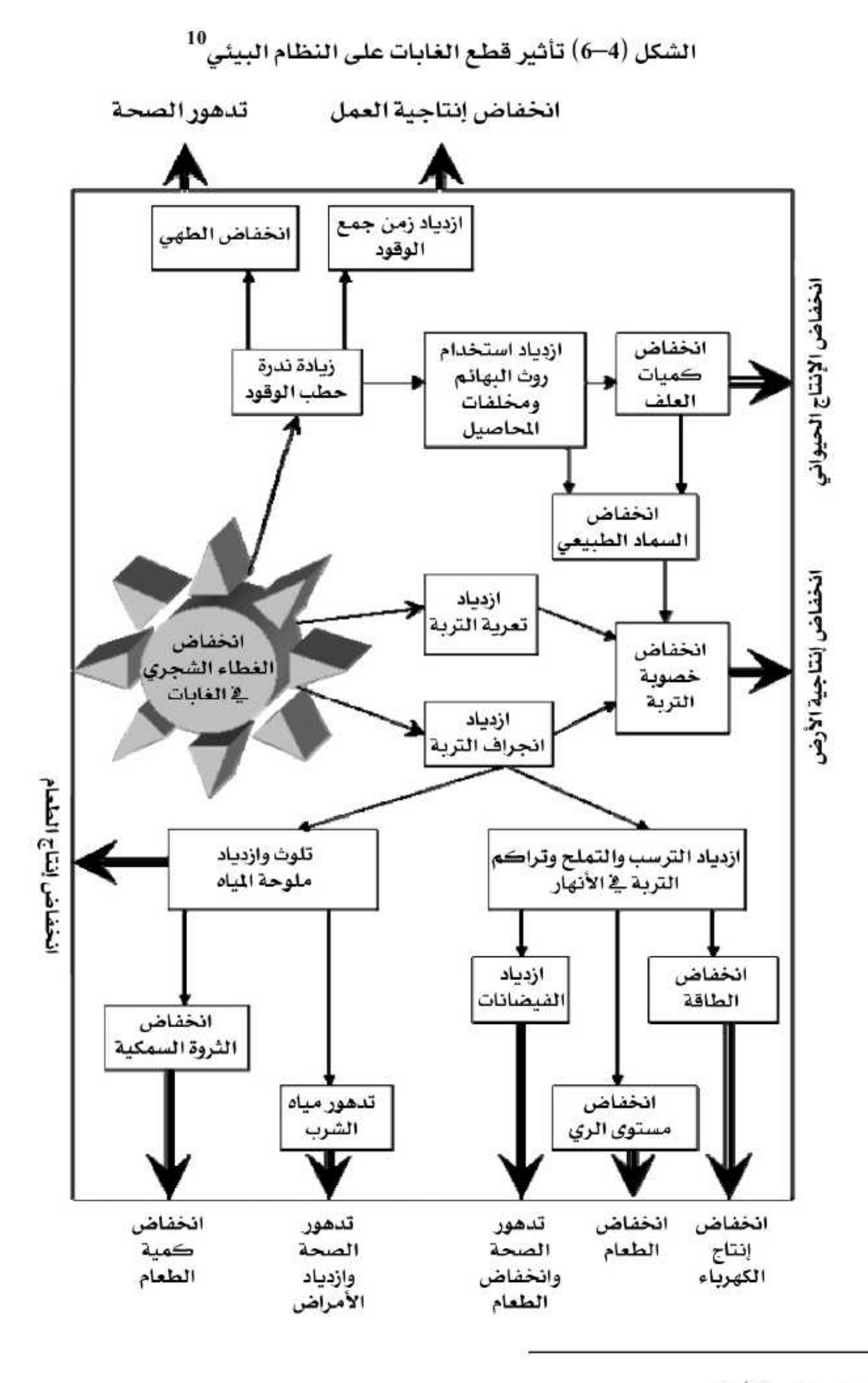
8 شلبي، محمد نبيل.مجلة العلوم والتقنية، الرياض، العدد 52، شوال، 1420هـ ، 1973م.

والنظم البيئية المتصحرة هي التي فقدت إنتاجيتها وحيويتها في بعض الحالات، وذلك بسبب ممارسات الإنسان الخاطئة في استغلال الموارد الطبيعية، وبسبب بعض العوامل الطبيعية، وعلى رأسها تعاقب سنوات الجفاف، وقد تسببت هذه العوامل أو تلك في هدم الطاقات الإنتاجية الكامنة في هذا النظام وفي الموارد الطبيعية المتجددة التي كانت متاحة للاستغلال وذلك لاندثار الثروة الإحيائية (البيولوجية) مع هذا التدهور، وتشير الدراسات إلى أنه يوجد من 5 إلى 10 ملايين نوع من أنواع الكائنات الحية المتواجدة على سطح الكرة الأرضية حالياً، وما لم تتخذ الاحتياطات اللازمة خلال العقدين القادمين فإن الإنسان سيبيد ما يعادل 10٪ من هذه الأنواع الحية، خاصة في البيئات الهشة التي دخلها العمران البشري[9].

كما تشير الإحصاءات إلى أن ثلثي الكائنات الحية في العالم تعيش في البلدان النامية التي ستفقد إنتاجيتها وحيويتها ما لم تتخذ الاحتياطات اللازمة للحفاظ عليها. وأخيراً فإن قطع الأشجار وإزالة الغابات والرعي الجائر هو السبب الرئيس في تدهور البيئة وتلوثها والتصحر وانحدار التنوع الحيوي ومن ثم اختلال النظام البيئي الطبيعي، ولإعادة التوازن البيئي لا بد من تبني استراتيجية متوازنة ومتكاملة ومستدامة لتنمية وصيانة الموارد الطبيعية التي تشمل صيانة وتنمية الموارد المائية، وصيانة التربة، وزراعة المحاصيل والتشجير، وصيانة وتنمية المراعي، وصيانة وتنمية الغابات، وصيانة وتنمية الحياة الفطرية، وصيانة وتنمية المناطق الساحلية، ويوضح الشكل (4—6) اتجاه تدفق تأثير قطع الغابات على النظام البيئي.

9 شلبي، محمد نبيل.مجلة العلوم والتقنية، الرياض، العدد 52، شوال، 1420هـ.

الشكل (4–6) تأثير قطع الغابات على النظام البيئي[10]



10 معرب من كتاب:

Pearce and Turner, Economics of Natural Resources and Environment, 1990, pp348.

4-6-5 الغابات في المملكة العربية السعودية:

تعد الغابات الطبيعية في المملكة العربية السعودية على قلتها نعمة من نعم الله التي لا تعد ولا تحصى، وهي من المصادر الطبيعية المتجددة، وقد تعرضت هذه الغابات إلى استنزاف جائر في كثير من مناطق المملكة مما أدى إلى اختلال التوازن البيئي، إضافة إلى التدهور الإحيائي وتدني القيمة الاقتصادية. فقبل اكتشاف البترول كانت المملكة تعتمد وبشكل أساسي على الموارد الطبيعية المتجددة، وكان ذلك يحدث وبشكل متوازن إلى حد كبير، وبعد اكتشاف النفط واستغلاله زاد الضغط على الموارد الطبيعية والاعتماد عليها في استخدامات كثيرة، وارتفع بذلك الضغط على الغطاء الشجري.

وتتميز المملكة العربية السعودية بمساحتها الواسعة (التي تبلغ 2.25 مليون كيلو متر مربع) وموقعها الجغرافي وتنوع مظاهر سطحها واختلاف تكويناتها الجيولوجية ومناخها من منطقه إلى أخرى؛ ووجود العديد من البيئات الطبيعية، وبالتالي بالتنوع الكبير في تركيب الغطاء النباتي الطبيعي. وتشغل الغابات الطبيعية في المملكة العربية السعودية مساحة تقدر بحوالي 2.7 مليون هيكتار، أي بما يعادل 1.2٪ من إجمالي المساحة الكلية للمملكة. وتوجد معظم هذه المساحة في المنطقة الجنوبية الغربية والباقي ينتشر في الوديان والروضات والفياض التي تتلقى إمداداً إضافياً من مياه الجريان السطحي، ويعد العرعر أهم الأنواع التي تضمها غابات المملكة، حيث يمثل 95٪ من جملة مساحة الغابات في المنطقة الجنوبية الغربية[11]، ويعتقد بعض الباحثين أن مركز نشوء العرعر الإفريقي Juniperus Procera هو تلك المنطقة، ومنها هاجر غرباً عبر البحر الأحمر إلى مرتفعات أثيوبيا، ومنها جنوباً إلى شرق أفريقيا وحتى تنزانيا. وتوجد غابات العرعر في جنوب غرب المملكة بصورة نقية عند الارتفاعات الأعلى من 900 متراً فوق سطح البحر ومختلطاً مع الزيتون البري (العتم) والأكاسيا، وغيرها. وتعمل الغابات الطبيعية في جنوب غرب المملكة على توفير الحماية للأراضي الزراعية بالمنطقة حيث تحول دون انجراف التربة بفعل الأمطار، مما يساعد على توزيع وتنظيم جريان الماء، كما أنها

---

11 عطا الله، وآخرون 1984م.

تزيد من مخزون المياه الجوفية في المنطقة. بالإضافة إلى ذلك فوجود الغابات في المنطقة يساعد على هطول الأمطار. ولقد ظلت الغابات الطبيعية في المملكة مصدراً مهماً للأخشاب للبناء والطهي والتدفئة على مر الزمن إلا أنها تعرضت لسوء الاستغلال والقطع والرعي الجائرين إضافة إلى الحرائق وعدم العناية بها أو حمايتها، ومع التقدم الذي شهدته المملكة وزيادة الوعي البيئي بصفة عامة بدأت الغابات تحظى بالاهتمام على المستويات الحكومية والأهلية كافة.

4-6-5-1 تعريف الغابات في الأنظمة السعودية:

تضمن نظام الغابات والمراعي الصادر بقرار من مجلس الوزراء رقم 392 في 1398/4/18 هـ وتوج بالمرسوم الملكي الكريم رقم م/ 22 في 1398/5/3هـ وعمم على المناطق الإدارية برقم 3081/11 في 1398/5/23هـ، المادة الأولى منه، في الفصل الأول، بند أحكام عامة، تقدم توصيفاً للغابات حيث ورد ما يأتي:

تعني الكلمات الآتية حيثما وردت في هذا النظام ما يأتي:

الغابة: مجموعة الأشجار والشجيرات والأعشاب والكائنات الحية المختلفة الموجودة على مساحة من الأرض لا تقل عن عشرة آلاف متر مربع تكون الأشجار فيها العنصر الغالب.

شجرة الغابة: كل شجرة نامية على أرض الغابة ولها ساق خشبي ارتفع عن سطح الأرض خمسة أمتار فأكثر سواء نباتية طبيعياً أو مغروسة في أرض الغابة.

شجيرة الغابة: كل نبته نامية على أرض الغابة ويبلغ ارتفاعها من نصف متر إلى خمسة أمتار.

أرض الغابة: كل أرض نبت عليها أي نوع من أشجار أو شجيرات أو أعشاب الغابات سواء كانت نابتة طبيعياً أو مغروسة.

الغابات القروية: كل غابة تختص بالانتفاع منها قرية أو عدة قرى.

الغابات الخاصة: هي الغابة المملوكة لشخص أو أشخاص حقيقيين أو اعتباريين.

4-6-5-2 توزيع الغابات في المملكة:

تتركز الغابات الطبيعية في الجزء الجنوبي الغربي من المملكة العربية السعودية الممتد من الطائف إلى حدود اليمن على سلسة جبال السروات التي يصل ارتفاعها إلى 3353 متراً فوق مستوى سطح البحر، ويقل ارتفاعها نحو الشمال حيث تبلغ 2139 متراً في منطقة الطائف التي تقع ضمن إقليم مناخي انتقالي تسيطر على أحواله كتل هوائية مختلفة الخصائص تتسبب في هطول معدل مطري ذو توزيعات جيدة على مدى شهور السنة، ويبلغ متوسط هطول الأمطار في المناطق الجبلية بين 300 إلى 500 ملم وأكثر من ذلك في مواقع محددة كجبال فيفا، كما توجد بعض الغابات بدرجات متفاوتة في الكثافة والجودة وتنمو في بعض الروضات والأودية في المناطق الصحراوية أو بشكل متناثر في المناطق الرعوية في جهات مختلفة من المملكة[12]. وقد قسمت مناطق الغابات[13] حسب حالاتها البيئية إلى ثلاثة أقسام:

4-6-5-2-1 غابات المناطق الجبلية الباردة:

وتتركز هذه الغابات في الجزء الجنوبي الغربي من المملكة، وتقدر مساحتها بحوالي 2.150.700 هكتار تسود فيها أشجار العرعر في أعالي الجبال حتى ارتفاع 3350م، ويظهر الزيتون البري (العتم) على منحدراتها في مستوى يتراوح بين 700—1500م مختلطاً بأشجار العرعر في المناسيب الأعلى عند 1500م، كما تنمو بعض الأنواع مثل الأكاسيات في بطون الأودية الدافئة المحمية.

4-6-5-2-2 الغابات شبه الدافئة:

وتنتشر هذه الغابات في أودية ومنحدرات سلسلة جبال السروات والساحل الشرقي للبحر الأحمر المواجه لسلسلة جبال السروات، وتنمو في شكل تجمعات أو متفرقة وتقدر مساحتها بحوالي 130.050 هيكتار ومن أهم أنواع أشجارها السمر، والسلم، والسدر، ونخيل الدوم المروحي، والأراك، وتنمو هذه الغابات على ارتفاعات تصل إلى 700م من سطح البحر أو أكثر من ذلك في بعض المواقع المحمية الدافئة.

---

12 الشريف، عبده قاسم. مركز دراسات الصحراء، ربيع الآخر 1410هـ

13 عطا الله، وآخرون 1984م.

4-6-5-2-3 غابات الروضات والأودية الرعوية:

وتنمو على ضفاف الأودية أو في الروضات في مختلف أنحاء المملكة، خاصة في المنطقة الغربية الشمالية، والوسطى والجنوبية والشرقية، وبعض المواقع في المنطقة الشرقية والشمالية، وتقدر مساحتها بحوالي 900.000 هكتار حسب استقصاءات وزارة الزراعة والمياه، ومن أهم أنواع أشجار هذه الغابات الطلح، والأثل والطرفا، وشجيرات الأراك، والعوسج، والسدر، والغضا. ويوضح الجدول (4—3) مساحات الغابات في مناطق المملكة المختلفة.

الجدول (4—3) توزيع مساحات الغابات في مناطق المملكة المختلفة

مساحات الغابات وتوزيعها في مناطق المملكة		
المنطقة	إجمالي مساحات الغابات بالهيكتار	النسب
الرياض	290.000	0.11
القصيم	14.000	0.0052
مكة المكرمة	158.000	0.058
عسير	1009.000	0.373
تبوك	239.000	0.088
المدينة المنورة	123.000	0.045
الحدود الشمالية	6.100	0.0022
نجران	300	0.000111
جيزان	30.000	0.0111
الباحة	830.000	0.307
الشرقية	841	0.000311

المصدر: الشريف، عبده قاسم. الندوة الجامعية الكبرى، المحور الزراعي، الرياض 7-18 رجب 1420هـ، جدول رقم (3).

4-6-5-3 الوضع الراهن للغابات في المملكة:

مما لا شك فيه أن الغطاء النباتي في المملكة العربية السعودية بشكل عام والغطاء الشجري بشكل خاص قد تغير تغيراً كبيراً عما كان عليه في السابق. ولهذا فتعريف الغابة بأنها مساحة من الأرض تحتوي على أشجار وشجيرات ونباتات

أخرى إضافة إلى احتوائها على الحيوانات البرية الأخرى والكائنات الفطرية أصبح من غير المناسب إطلاقه اليوم على معظم أراضي الغابات التي تحتوي على أشجار لأن هناك عوامل عدة قد أخلت بالتوازن الحيوي للغابات من أهمها على سبيل المثال:

1. اختلال نظام التجديد الطبيعي للغابات نتيجة تدخل العنصر البشري مما أدى إلى موت بعض الأشجار الرئيسة في الموقع نتيجة تدهورها أو تعفنها، وبذلك فقد الموقع خصوصيته. ومن ناحية أخرى فالتشجير الصناعي للغابات وإن وجد في بعض المواقع فإنه ليس على المستوى المطلوب بسبب التركيز على الأنواع المستوردة التي ربما تكون غير متجانسة مع نباتات الموقع مما يسبب خطراً على الغطاء النباتي الأصيل للمنطقة ككل، وعلى الأنواع الشجرية بصفة خاصة.

2. عدم انتظامية توزيع المياه داخل الغابات خاصة بعد سقوط الأمطار للتغيير في الممرات المائية الطبيعية داخل الغابات نتيجة لشق الطرق والتوسع الزراعي داخل أراضيها، وبالتالي حرمان بعض الأشجار من احتياجاتها المائية.

3. فقدان التوازن البيئي في المنطقة نتيجة تحويل أفضل مواقع الغابات إلى متنزهات ودخول الناس إلى هذه المواقع بأعداد كبيرة بالسيارات، مما أدى إلى اختفاء معظم الحيوانات البرية وهروبها إلى مواقع أخرى وازدياد أعداد القرود في الوقت نفسه، بالإضافة إلى الزيادة الهائلة في كمية مخلفات الأنشطة الإنسانية مما يزيد من التلوث البيئي في المنطقة.

4. تدهور الغابات ومناطقها نتيجة القطع المفرط للأشجار والشجيرات لتلبية الاحتياجات الزراعية أو أحطاب الوقود والفحم.

5. تدمير مساحات واسعة من أراضي الغابات بما عليها من أشجار نتيجة التوسع العمراني والزراعي العشوائي داخل مناطق الغابات القريبة من التجمعات السكنية، حيث وزعت مناطق غابية كممتلكات خاصة ومخططات حكومية تزيد نسبة الأراضي المغطاة بالأشجار فيها عن 60٪ من مساحة الموقع. ونتيجة استغلال مثل هذه المواقع عمرانياً وزراعياً فقد

أزيل العديد من أشجار ونباتات ومدرجات المنطقة بسبب مرور الجرافات ومعدات البناء الثقيلة، إضافة إلى ما نتج عن تلك الأنشطة من مخلفات من شأنها الإضرار بالبيئة في تلك المناطق.

6. تلف أعداد كبيرة من الأشجار من جراء الحرائق داخل الغابات والتي زادت زيادة ملحوظة في السنوات الأخيرة في أعدادها وشدتها وتكرارها.

7. زحف الرمال والتراكم التدريجي لها في مناطق أخرى والتسبب في فقد مناطق تجمعها للقدرة الإنتاجية وتشكيل حقول الكثبان المتحركة التي تكون مظهراً من مظاهر التصحر في تلك المناطق.

8. حدوث تغييرات في الأنماط البيئية وعوامل استقرارها كالتعرية الهوائية لزيادة سرعة الرياح وبالتالي زيادة النتح نتيجة قطع الأشجار والنباتات وتعرية التربة من غطائها النباتي، ما يؤدي كذلك إلى حدوث التعرية المائية والتسبب في ارتفاع وانخفاض درجات الحرارة صيفاً وشتاءً وانخفاض نسبة الرطوبة الجوية وبالتالي قلة الأمطار وحدوث تزايد وشدة في الإشعاع الشمسي مما يؤدي إلى نتائج بيئية سلبية.

9. تردي الأوضاع الاقتصادية والاجتماعية لسكان المناطق القريبة من الغابات تدريجياً والنزوح من هذه المناطق إلى مناطق أخرى.

10. شح المياه الجوفية وجفاف الينابيع والعيون وانخفاض مستويات إنتاجها وتدهور نوعيتها.

11. اختفاء أو انقراض بعض الكائنات الإحيائية الحيوانية والنباتية وتدهور التنوع البيولوجي.

4-6-6 اقتصاديات الغابات:

تعد الغابات مثالاً بارزاً لما تقدمه الموارد الطبيعية من إسهامات بالغة الأثر في رفاهية الجنس البشري، فبالإضافة إلى ما تتولاه الغابات من حماية للمجتمعات السكانية من أنماط كثيرة من المخاطر البيئية التي تعد بمثابة منافع اقتصادية غير مباشرة، تقوم أيضاً بتقديم تنوع لا حصر له من السلع والخدمات ذات العائد

الاقتصادي المباشر، إذ يعد الدخل الذي تدره الغابات مورداً حيوياً لسكان الأرياف وللاقتصاد الوطني بوجه عام، وذلك من خلال توفير فرص العمل لكثير من السكان. وتعد الأخشاب Timbers من أهم المنتجات الاقتصادية المباشرة التي ينتفع بها الإنسان في نواحي عديدة كالبناء والوقود وكمادة خام لصناعة السفن والقطارات والورق والأثاث والحرير الصناعي وغيرها. ويمثل إنتاج الخشب مصدراً مهماً للعملات الصعبة في كثير من الدول؛ وقد أسهم ربع الإنتاج العالمي من الأخشاب والمنتجات المشتقة منها بحوالي 3٪ من تجارة البضائع العالمية، وهو أقل بقليل من مجموع حركة المنتجات الزراعية الأساسية في التجارة الدولية. وهناك ثلاثون دولة (منها 8 دول نامية) يبلغ الدخل السنوي لأقلها أكثر من 100 مليون دولار من تصدير منتجات غابية، خمسة دول منها يصل فيها هذه الدخل إلى ما يتجاوز المليار دولار، ويبلغ المتوسط السنوي لاستهلاك الفرد من الأخشاب (في مجال البناء والمفروشات) والورق في الدول المتقدمة على التوالي 0.3 متر مكعب و150كجم، أما في الدول النامية فيبلغ 0.3 متر مكعب و12 كجم على التوالي[14].

أيضاً تمثل الغابات الطبيعية – بمختلف أنواعها وطرازها ومراحل تطورها – المصدر الأساسي لحطب الوقود، وهو المصدر الرئيس لوقود الطهي والتسخين والتدفئة في معظم المجتمعات الريفية. إضافة إلى ذلك يعد الفحم النباتي المستخرج من الغابات مصدراً رئيساً للطاقة في الريف والصحارى والاستخدامات الترفيهية. ويمثل حطب الوقود حوالي 85٪ من مجمل الأخشاب التي تستهلكها البلدان النامية، كما قد يشكل نسبة عالية من الطاقة المستهلكة في البلدان الأكثر فقراً (58٪ من الطاقة المستخدمة في أفريقيا، 15٪ في أمريكا الجنوبية، و11٪ في آسيا) ويلاحظ طردية العلاقة بين مستوى الفقر والاعتماد على حطب الوقود كمصدر للطاقة[15].

كما تقوم الغابات الطبيعية بتأمين الغذاء لسكانها بالإضافة إلى الآخرين البعيدين عنها، وتقدم هذه الغابات مجموعة من المنتجات الغذائية والصناعية غير

14 شلبي، محمد نبيل. مجلة العلوم والتقنية، الرياض، العدد 52، شوال، 1420هـ.

15 شلبي، محمد نبيل. مجلة العلوم والتقنية، الرياض، العدد 52، شوال، 1420هـ.

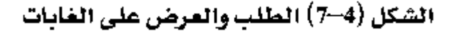
الخشبية مثل الجوزيات والعنبيات والأجزاء النباتية التي تستعمل كتوابل ومكسبات طعم ولون ونكهة، بالإضافة إلى وجود العديد من أنواع الفطريات، وكذلك تعد الغابات مصدر رئيساً من مصادر الأغذية الحيوانية. وكذلك نبات الروطان وهو من أهم منتجات الغابات غير الخشبية في جنوب شرقي آسيا، ويستخدم هذا النبات في صناعة الأثاث والمشغولات اليدوية، بالإضافة إلى المطاط الطبيعي والفلين والصمغ والراتنجات والمواد الدابغة وغيرها من المنتجات المهمة التي تستخدم في العديد من الصناعات.

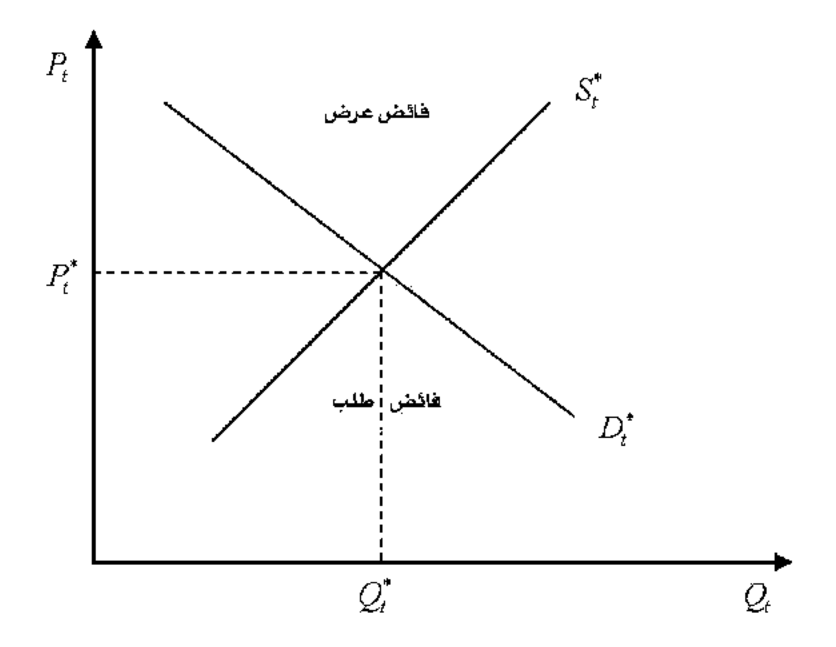
وجميع المنتجات السابقة تعد ذات فائدة مباشرة وعليه يمكن تقدير قيمة اقتصادية سوقية لها متى توفرت بيانات كافية عنها، ومن ثم معرفة العائد الاقتصادي المباشر من هذه الغابات وإنتاجيتها السنوية وغير ذلك من المؤشرات. وتعد الفوائد السابق ذكرها ذات قيمة اقتصادية حقيقية للمجتمع لا بد من أخذها في الاعتبار عند اتخاذ أي قرار يتعلق باستغلال الغابات أو تنميتها.

4-6-6-1 الطلب العرض على الغابات:

يمكن القول إن الطلب على موارد الغابات Forests Demand هو طلب مشتق من الطلب على استخداماتها النهائية، فكلما زاد الطلب على الأثاث المنزلي والأبواب الخشبية والفحم مثلاً ارتفع سعر الأخشاب الصالحة لهذا الاستخدام، كما أن الطلب على الأخشاب يتأثر أيضاً بأسعار السلع البديلة لها كالحديد والفيبر بلاستيك وغيرها، فعندما يرتفع سعر الحديد مثلاً يزداد الطلب على الأخشاب التي تستخدم كبديل للحديد في بعض الصناعات. أما بالنسبة لاستخدام أخشاب الغابات كحطب ووقود، فإن الطلب عليها ومن ثم سعرها يتأثر بأسعار البترول والفحم الحجري. ولقد أدى ارتفاع سعر البترول خلال السبعينيات من القرن العشرين إلى زيادة الطلب على حطب الغابات ليستخدم كبديل للطاقة وخصوصاً في الدول النامية غير البترولية، التي لم تتمكن من شراء كل احتياجاتها من البترول نتيجة ارتفاع سعره، العلاقة نفسها مع منتجات الغابات الأخرى كالمطاط الطبيعي والفلين والصمغ والمنتجات الطبية والعطرية والزيتية وغيرها.

أما بالنسبة للعرض الطبيعي لمنتجات الغابات Forests Supply بصفة عامة فهو يعتمد بشكل موجب على مساحتها ومدى صلاحية أشجارها لكل نوع من استخداماتها المختلفة وقابليتها للنمو، ما يعتمد بدوره على ظروف البيئة الطبيعية؛ ويعتمد بشكل سالب على التوسع العمراني والزراعي من جهة، وعلى مستوى النمو في الاستخدامات التي تتطلب قطع الأشجار وهي الاستخدامات الصناعية وإنتاج الطاقة. كما يعتمد عرض الغابات على الوسائل المستخدمة لحمايتها والمحافظة عليها من القطع الجائر، وعلى قربها من مناطق التوزيع وتكاليف قطعها ونقلها. وبشكل عام تتحدد أسعار كل نوع من أنواع منتجات الغابات بالعرض منها والطلب عليها شأنها في ذلك شأن كل أنواع السلع والخدمات. ويوضح الشكل (4–7) منحني عرض منتجات الغابات ومنحنى الطلب عليها، ما يتم عن طريقه تحديد الكميات التوازنية من منتجات الغابات والسعر التوازني خلال مدة زمنية (t) وهي المدة المثالية لإعادة نمو الغابات.


الشكل (4–7) الطلب والعرض على الغابات



ومما سبق يصعب إيجاد القيمة الاقتصادية لأي غابة لكونها تقدم أكثر من سلعة كما سبق الإشارة إلى ذلك؛ ومن هذه السلع أو الخدمات ما يسهل تقييمه اقتصادياً خصوصاً إذا كان مباشراً في استخدامه ومنها ما يصعب تقييمه متى ما كان غير مباشراً. الأمر الآخر هو أن الأشجار في الغابة تشمل حيزاً من الأراضي، هذا الحيز من الأرض له تكلفة فرصة بديلة.

4-6-6-2 القيمة الاقتصادية التقديرية لغابات جنوب غرب المملكة:

تعتمد طرق حساب القيمة الاقتصادية للغابات على خمسة عناصر أساسية هي: (1) إسهامها في المحافظة على التوازن البيئي. (2) إسهامها في المحافظة على التنوع الإحيائي، (3) ما تقدمة الغابات من مراعٍ للمواشي وأغذية للإنسان. (4) ما تقدمه الغابات من منتجات ثانوية كالعسل، والأعشاب الطبية، والتوابل، والزيوت الطبيعية، وغيرها. (5) ما تقدمه الغابات من أخشاب. غير أن العنصرين الأولين يصعب تقدير قيمتيهما اقتصادياً، نظراً لأنه لا يمكن تقدير قيمتيهما بطرق مباشرة. ويرتكز مفهوم حساب القيمة الاقتصادية التقديرية للغابات على تقدير قيمة ما توفره الغابات من منتجات مباشرة مقدرة بأسعار متوسطات الأسواق المحلية، ومن الصعوبة بمكان حساب قيمة الإنتاج السنوي للغابات بشكل دقيق نظراً لكبر مساحة الغابات وتعدد أسواق منتجاتها. كما أن هناك كثيراً من منتجات الغابات التي يتم استهلاكها مباشرة من قبل السكان قبل أن تصل إلى الأسواق، إضافة إلى أن هناك نسبة من الإنتاج أو الاستهلاك غير المشروع بواسطة الممارسات غير النظامية من قطع للأشجار ورعي غير مشروع. وتبني فكرة تقدير القيمة الاقتصادية للغابات على: (1) تقدير المساحة الإجمالية المغطاة بالغابات. (2) تقدير الحجم الشجري النامي للمساحة المغطاة بالغابات. (3) تقدير قيمة المنتجات المباشرة للحجم الشجري.

وترتكز فكرة حساب القيمة الاقتصادية للغابة على تجميع قيمة العناصر السابقة، وسبق أن عرفنا كيفية تقدير القيمة الاقتصادية للمراعي؛ بحساب المادة النباتية الجافة التي تنتجها في المساحة الواحدة. أما المنتجات الثانوية للغابات فيمكن حساب قيمتها بضرب قيمة الوحدة الواحدة في إجمالي الناتج السنوي

لوحدة المساحة، وهكذا. أما بالنسبة لما تنتجه الغابات من أخشاب في استخدامات مختلفة، وبنفس الأسلوب المستخدم في المراعي فيمكن أن نستخرج القيمة الاقتصادية المثلى لمساحة غابية معينة وكذلك نحسب قيمة الفاقد (الهدر) الاقتصادي الناتج عن سوء إدارة الغابات.

القيمة الاقتصادية للغابة = (كمية المادة الجافة للهكتار × عدد الهكتارات × سعر المادة الجافة البديلة) + (كمية الأخشاب المنتجة للهكتار × عدد الهكتارات × سعر الخشب بوحدة الوزن) + كمية المنتجات الثانوية [عسل، أعشاب طبية، ......] للهكتار × عدد الهكتارات × أسعارها).

4-6-7 الاستغلال الاقتصادي الأمثل للغابات:

غالباً ما يكون المورد المتجدد مثل الغابات والمراعي وغيرها موارد مشاعة الملكية Common Property أي ذات استخدام مفتوح Open Access، نظراً لأنه لا يوجد لها ملكية محددة؛ مما يؤدي إلى أن يكون استغلالها بدون قيود، وهو ما يؤدي بدوره إلى ما يسمى بمأساة المورد المشاع Common Property Tragedy. وذلك لأن مستغلي هذا المورد لا ينظرون إلى تأثير استغلالهم لهذا المورد على حجم المخزون وإلى مستوى الاستغلال الأمثل للمورد؛ على اعتبار أن ما لا يستغله هو سيتم استغلاله من قبل شخص آخر. مما يؤدى إلى ما يسمى اقتصادياً بالتزاحم Crowding على استغلال المورد المشاع الملكية، ويصاغ أحياناً هذا السبب، بأنه ظاهرة متعدية التزاحم Crowding Externality في استغلال المورد المشاع أو مفتوح الملكية، فإذا كان سعر الظل أو سعر النضوب أو سعر الندرة Scarcity Cost لمثل هذا المورد هو λ_t، فستؤدي الإدارة المستدامة المتكاملة للمورد إلى فرض ضريبة على استغلال المورد تتساوى مع سعر أو تكلفة النضوب لهذا المورد λ_t، وبذلك تجمع الإدارة الفائض الاقتصادي لصالح المنفعة العامة للمجتمع. وبعبارة أخرى فإن الإدارة المسؤولة عن الإشراف تقوم بدور المالك، لذلك المورد المشاع الملكية. ولنفترض أن هناك عدد N من المستغلين الذين يحتمل استغلالهم للمورد المتجدد بتكلفة ممثلة في دالة الجهد لاستغلال المورد Effort Function $C_i(E_i)$ حيث $i = 1,2,.........,N$؛ بينما دالة الإنتاج لهؤلاء المستغلين لهذا المورد المتجدد متماثلة للجميع وهي

$F_i = f(X, E_i)$ فإذا كان سعر المورد المتجدد بعد قطعه أو استغلاله هو P ، فإن كل مستغل من المجموعة N سيحاول تعظيم دالة أرباحه في المدى القصير ويمكن تمثيلها كما يأتي:

$$\underset{E_i \geq 0}{Max} \quad P \cdot f(X, E_i) - C_i(E_i)$$

وعليه فإن كل مستغل للغابة سيقوم بمساواة إيراده الحدي من المورد MR_i مع تكاليفه الحدية MC_i على استغلال الغابة في المدى القصير، حيث i هنا، $i = 1,2,\ldots\ldots\ldots, N$ هي عدد المستغلين لهذه الغابة.

بحيث يحقق كل مستغل i للمورد الشرط:

$$MR_i = MC_i$$

$$P \cdot \frac{\partial f}{\partial E_i}(X, E_i) = \frac{\partial C_i(E_i)}{\partial E_i} \qquad (1)$$

وبسبب متعديه التزاحم بين كل عناصر المستغلين من المجموعة N فإن هذا سيؤدي إلى استغلال أو قطع جائر للغابة نظراً لأن كل فرد من المجموعة N سيتصرف بمفردة لتحقيق شرط التوازن الآني، دون النظر للآخرين. بينما لو أن المجموعة N قامت بالتعاون فيما بينها لإيجاد المستوى الأمثل لاستغلال الغابة على المدى الطويل∞ (أي قيام جمعية أو اتحاد لإدارة الغابة بشكل مستدام)، من ثم تقاسم هذا المستوى الأمثل للإنتاج فيما بينهم، وكذلك فتح المجال للأجيال القادمة لاستغلال المورد فإن مشكلة الأمثلية السابقة تصبح:

$$Max \int_0^{\infty} \ell^{-\delta t} \sum_i \left[P \cdot f(X, E_i) - C_i(E_i)\right] dt$$

تحت قيود : S.T

$$\overset{*}{X} = F(X) - \sum_i f(X, E_i)$$

$$X_i \geq 0 \qquad \forall_i$$

وتكون بذلك دالة هاملتون الحالية القيمة المقابلة للأمثلية كما يأتي:

$$\overline{H} = \sum_i \left[P \cdot f(X, E_i) - C_i(E_i) - C_i(E_i) + \lambda_i \left[F(X) - \sum_i f(X, E_i) \right] \right]$$

ويكون الشرط الضروري لتعظيم دالة هاملتون كالآتي:

$$\frac{\partial \overline{H}}{\partial E_i} = (P - \lambda) \frac{\partial f}{\partial E_i}(X, E_i) - \frac{\partial C_i(E_i)}{\partial E_i} = 0$$

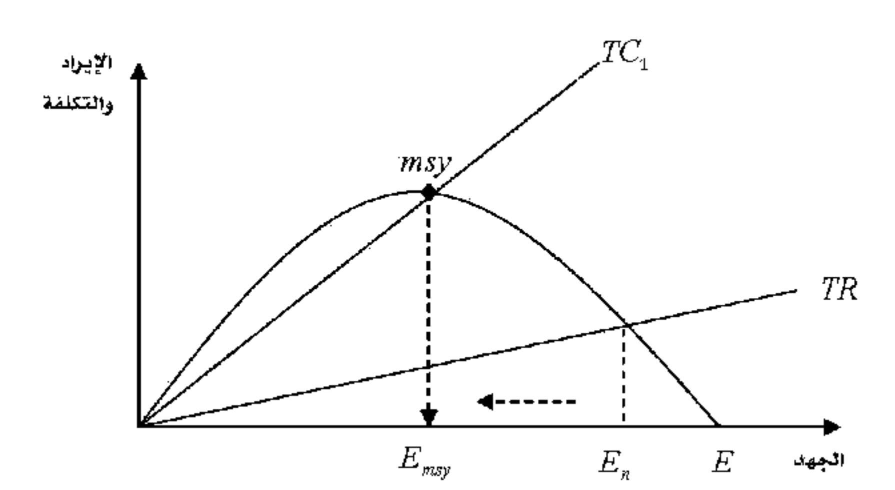
ويوضح هذا الشرط أن الإيراد الحدي بعد خصم تكلفة الفرصة البديلة λ منه يجب أن يساوي التكاليف الحدية لاستخراج المورد، وبعبارة أخرى فإن الشرط الضروري لتعظيم العائد من استغلال هذه الغابة هو:

$$(P - \lambda) \frac{\partial f}{\partial E_i}(X, E_i) = \frac{\partial C_i(E_i)}{\partial E_i}$$

$$MR_i(\lambda) = MC_i \qquad (2)$$

حيث λ هو سعر الظل أو تكلفة النضوب للمورد المتجدد، وبمقارنة المعادلة (1) مع المعادلة (2) يتضح أن الحل غير التعاوني (التنافسي) في المعادلة (1) لأمثلية استغلال المورد تفترض أن λ أو تكلفة نضوب المورد تساوي صفراً. وبعبارة أخرى فإن الحل غير التعاوني يؤدي إلى استغلال أكبر للغابة أو المورد من الحل الجماعي (التعاوني). وكذلك لو أن سعر المورد P الذي يستلمه المستغلون N للمورد قد تم تخفيضه بفرض ضريبة تحددها الإدارة المركزية المستدامة للمورد بـ λ (سعر أو تكلفة النضوب) للمورد؛ فإن المستغلين للمورد سيصلون إلى مستوى استغلال أمثل أو قابل للاستدامة Maximum–Sustainable Yield على المدى البعيد msy يؤدي إلى استدامة المورد.

الشكل (4–8) الاستخدام الاقتصادي الأمثل لمورد الغابات



نلاحظ مما سبق أن الجهد E لاستغلال المورد بالمستوى الأمثل القابل للاستدامة msy سيكون أقل من الجهد E_n في حالة المنافسة التامة ودون العمل على إدارة المورد ذي الملكية المشاعة والتعاون بين المستخدمين على إدارته. مما يؤدي إلى مستوى استغلال أعلى للمورد في حالة عدم التعاون منه في حالة الإدارة الجماعية بين المنتجين لهذا المورد.

4–6–8 استغلال الغابات ذات الملكية المحددة:

لنفترض أن لدينا غابة من الأشجار يملكها شخص واحد ويرغب هذا المالك لهذه الغابة معرفة التوقيت (الزمن) الذي – إذا قطعت فيه هذه الأشجار – سيؤدي هذا إلى تعظيم أرباحه. عملية القطع لهذه الأشجار والزمن الذي يتم فيه يعتمد على القيمة الحالية لعمر الأشجار التي يراد قطعها، الذي يعتمد بدوره على قيمة الشجرة المقطوعة مخصوماً منه تكلفة الزراعة والقطع.

لاحظ هنا أننا نفترض أن الأرض لا يوجد لها أي استخدام بديل، وعليه فإنه لا يوجد لها تكلفة فرصة بديلة وذلك لتبسيط المشكلة، وعليه فإن تكلفة فرصة استخدامها البديل تساوي صفراً. فإذا كان قطع الأشجار عند الزمن t، فإن القيمة الحالية للأرباح من قطع هذه الأشجار يساوي:

$$(P-C)S_t\ell^{-\delta t}-K=PS_t\ell^{-\delta t}-K \qquad (1)$$

حيث P هو سعر الخشب من الأشجار المقطوعة، بينما K تمثل تكلفة زراعة الأشجار، وتمثل C التكلفة الحدية لقطع الأشجار، بينا S_t توضح كمية الأخشاب المتوفرة في وقت القطع t، و δ هو سعر الخصم (الذي عادة ما يساوي تكلفة الفرصة البديلة لاستخدام رأس المال في هذا النشاط). وعليه فإن القيمة الحالية للأرباح من نشاط زراعة وقطع الأشجار في المدة الزمنية t، هي تلك التي تعطي القيمة العظمى لـ $PS_t\ell^{-\delta t}-K$. ولتعظيم هذه الكمية، نأخذ تفاضل المعادلة رقم (1) بالنسبة للزمن t ونساوي هذا التفاضل بصفر ونحل بالنسبة لـ t لإيجاد الزمن t المثالي لقطع الأشجار.

$$\frac{d}{dt}\left(PS_t\ell^{-\delta t}-K\right)=\frac{d}{dt}\left((PS_t)\ell^{-\delta t}\right)$$

بالتفاضل نجد أن:

$$P\ell^{-\delta t}\frac{dS}{dt}+PS_t\frac{d\ell^{-\delta t}}{dt}=0$$

وهو ما يؤدى إلى النتيجة الآتية:

$$P\ell^{-\delta t}\frac{dS}{dt}-\delta PS_t\ell^{-\delta}=0$$

كما أن:

$$P\frac{dS}{dt}=\delta PS_t$$

التي يمكن التعبير عنها:

$$\delta=\frac{dS/dt}{S_t}$$

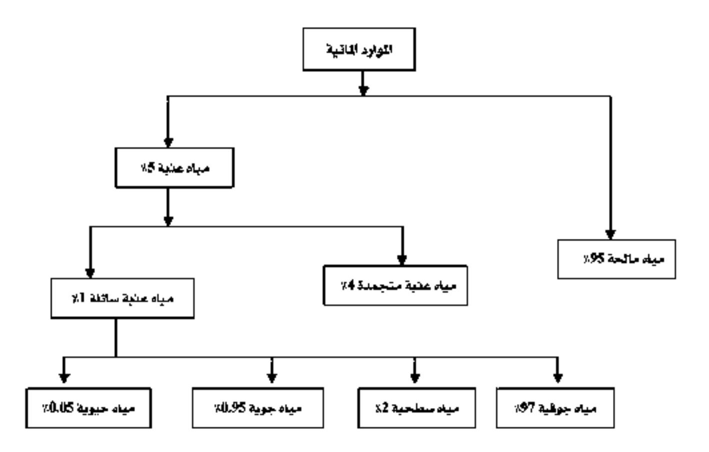
لأن كلاً من سعر الخشب P وتكلفة قطعه C ثابتتان، وبذلك تقرر المعادلة السابقة أن القيمة الحالية للربح من قطع الأشجار يتم تعظيمه عندما يكون معدل نمو الأشجار في الغابة يساوي معدل الخصم الخاص.

4–7 الموارد المائية:

خلق الله تعالى الماء وجعل الحياة قائمة ومستمرة به، فقال سبحانه وتعالى: ﴿وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ﴾. فالماء ضروري لكل كائن حي، فوجود الماء يعني وجود الحياة والحضارة والقوة، ولا عجب أن كثيراً من الحضارات ارتبطت بوجود الماء، كذلك يعد الماء ضرورياً لاستدامة التنمية والاستقرار الاجتماعي، فكما أن جميع أشكال الحياة مرتبطة بالماء فإن جميع أشكال التنمية مرتبط بوجود الماء أيضاً، ويغطي الماء ثلاثة أرباع الكرة الأرضية تقريباً، تمثل مياه البحار والمحيطات الجزء الأكبر منها حيث تصل نسبة مياه البحار والمحيطات إلى حوالي 95 — 97٪ بتركيز ملحي معدله 35 جم/ لتر، كما تمثل مياه المنطقة القطبية حوالي 2 —4٪ من إجمالي حجم المياه على الأرض.

ويمكن القول إن المياه العذبة تمثل 1٪ فقط من المياه الموجودة على سطح الكرة الأرضية، ويتوزع هذا الجزء بين مياه سطحية في البحيرات والأنهار، ومياه جوفية في باطن الأرض ومياه جوية كرطوبة الجو، ومياه حيوية موجودة في أجسام الكائنات الحية. ويوضح الشكل (4—9) توزيع الماء في الكره الأرضية[16].

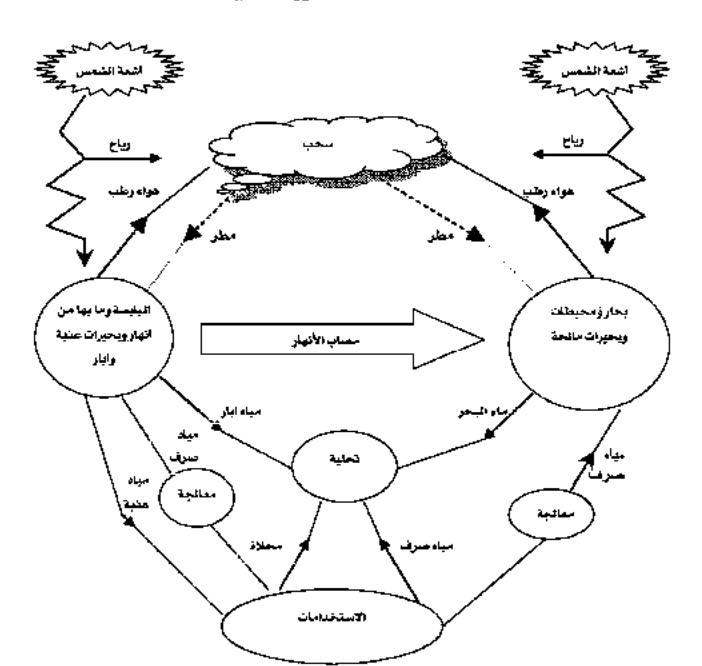
الشكل (4—9) توزيع الماء على سطح الكره الأرضية



16 عبد العزيز، محمود حسان. أساسيات الهيدرولوجيا. 1982م، الرياض.

ومن الجدير بالذكر أن هذه الكميات من المياه العذبة ليست موزعة بانتظام على سطح الأرض، ولكنها كافية للحياة على المستوى العالمي، فكمية الأمطار الساقطة سنوياً على اليابسة تبلغ حوالي 111 ألف كيلو متر مكعب، وإذا أمكن استغلال 10٪ فقط من هذه الكمية، وعلى افتراض أن حاجة الفرد من المياه تبلغ 1000 متر مكعب سنوياً (حد الفقر المائي)، فإن تلك الأمطار وحدها تكفي أكثر من 10 آلاف مليون نسمة. كما دل التقرير الصادر عن البنك الدولي على أن الموارد المائية العذبة في العالم تعد كافية لسد احتياجات شعوب الكرة الأرضية كافة، ففي كل عام يتدفق في أنهار العالم ومن الآبار الجوفية ما يكفي لتوفير سبعة آلاف متر مكعب سنوياً لكل إنسان. إلا أن هناك بعض المناطق تعاني من نقص في المياه العذبة وخصوصاً المناطق الجافة وشبه الجافة من الكرة الأرضية ومن بينها العالم العربي، حيث تشير الإحصاءات إلى أنه يعاني من ندرة في المياه العذبة؛ بل إن بعض المناطق العربية لا تقتصر مشكلة المياه فيها على الندرة بل تمتد إلى نوعية المياه التي تتدنى وتتحول إلى مياه غير صالحة للاستخدام، ويوضح الشكل (4—10) الدورة المائية Hydrologic Cycle.

الشكل (4—10) الدورة المائية



4-7-1 الطلب والعرض المياه:

ونقصد بعرض المياه Water Supply: تلك الموارد أو المصادر المتوافرة أو التي يمكن الحصول منها على المياه. وتتمثل تلك الموارد في:

1- المياه السطحية Surface Water: ويقصد بها مياه الأنهار والينابيع والبحيرات العذبة ومياه الأمطار التي تتجمع خلف السدود أو التي تتجمع في الطبقات الجوفية القريبة التي تطفو على سطح الأرض.

2- المياه الجوفية Ground Water: وتعرف أحواض المياه الجوفية بأنها "طبقة أو عدة طبقات حاملة للمياه الجوفية تكونت بشكل طبوغرافي أو تركيبي يسمح لها بتخزين حجم معين من المياه، كما يسمح لهذه المياه بالحركة بحكم نفاذية الطبقات المكونة للحوض"، ويمكن التمييز بين نوعين من الطبقات المائية:

- طبقات ذات موارد مائية متجددة، ويقصد بها تلك التكوينات التي يتوافر لها تغذية من المياه السطحية أو من تكوينات مرتبطة بها.

- طبقات ذات موارد أحفورية، وهي تلك التكوينات التي تكونت منذ أزمنة بعيدة المدى وهي إما تكوينات عميقة أو متوسطة العمق ينجم عن استغلالها لمدد طويلة هبوط في منسوب المياه الجوفية بها، مثل تلك الواقعة في المناطق الجافة، وتتسم هذه الموارد بتكلفة فرصة بديلة عالية نظراً لأنها تعد موارد قابلة للنضوب.

3- مياه التحلية: تعتبر مياه البحر المحلاة Desalinated Sea Water من الموارد المائية غير التقليدية؛ وتختلف مياه الموارد غير التقليدية في بعض الأحيان عن تلك الموارد التقليدية في كون الأولى تحتاج لمعالجة متقدمة. ورغم ذلك فهذه الموارد غير التقليدية أصبحت ضرورية في كثير من المناطق نظراً لندرة الموارد المائية التقليدية. وتعد الكميات المتاحة من الموارد غير التقليدية محدودة نتيجة لضخامة الموارد المالية المطلوبة للحصول عليها، وينبغي النظر إلى المياه المحلاة على أنها مصدر للمياه العذبة مساند للمصادر الطبيعية، فلا يصح استراتيجياً أو اقتصادياً الاعتماد عليها كثيراً في ظل تكلفتها الباهظة حالياً، حيث لا تقل في المتوسط عن دولار أمريكي للمتر المكعب الواحد، ويمكن مع التطور العلمي والتقني لتحلية المياه المالحة العمل

على تخفيضها. ومما يزيد الأمر تعقيداً من الناحية الاقتصادية والمالية كون المياه المحلاة المنتجة غالباً ما تباع بسعر أقل كثيراً من سعر تكلفة إنتاجها، مما يؤدي إلى الإسراف في معدلات استهلاكها. إضافة لما سبق فإن محطات تحلية المياه المالحة لها عمر اقتصادي افتراضي محدد، ويجب تجهيز مصدر بديل لها قبل نهاية العمر الافتراضي لها.

ورغم المشكلات الضخمة التي تواجه هذا المصدر من المياه، إلا أنها أصبحت خياراً استراتيجياً لمياه الشرب في بعض البلدان محدودة الموارد المائية، مثل المملكة العربية السعودية ودول الخليج العربية، حيث يغطي هذا المورد جزءاً كبيراً من احتياجاتها للمياه البلدية حيث يصل عدد السكان الذين يعتمدون على هذا المصدر أكثر من 50٪ من السكان.

4- مياه الصرف المعالجة: تشكل مياه الصرف الصحي المعالجة Waste Water Treatment مصدراً مائياً غير تقليدي، وتشتمل هذه المياه على مياه الصرف الصحي البلدي والصناعي ومياه الصرف الصحي الزراعي، ومصارف السيول بعد معالجتها لتكون مناسبة للغرض المطلوب. وتعتمد كميات المياه المتوافرة من هذا المصدر على إمدادات المياه وعلى وجود شبكة تصريف ومحطات معالجة لها. إن وجود شبكة صرف صحي وزراعي وسيول يحقق هدفاً بيئياً يتمثل في سلامة البيئة من الآثار السلبية لتلك المياه المتجمعة، وهدفاً تنموياً يتمثل في تنمية المصادر المائية البديلة من المورد غير التقليدي، وتعظيم استغلال المياه المتاحة بتدويرها وإعادة استخراجها.

وتعتمد كميات المياه المتاحة من هذا المورد على وجود محطات معالجة لهذه النوعية من المياه ومدى سعتها، إلا أن هذا المورد يتميز عن سابقه (المياه المحلاة) في أنه أقل تكلفة إنتاجية حيث تصل تكلفة إنتاجه في المتوسط إلى نصف دولار أمريكي للمتر المكعب الواحد بالإضافة إلى وجوده قرب مراكز الاستهلاك لهذه المياه. ومن الجدير بالذكر أن هذا المورد لا يستعمل لأغراض الشرب بشكل واسع وإن كانت هناك محاولات في بعض البلدان لاستخدامه في أغراض الشرب، ولكن يستعمل في أغراض بلدية أخرى مثل صناديق الطرد في دورة المياه أو ري الحدائق

المنزلية كما يمكن استعمال هذا المورد لتغذية الطبقات الجوفية أو الاستخدامات الصناعية، وغيرها من الأغراض الأخرى.

عند النظر مجملاً لمصادر عرض المياه سابقة الذكر، يتضح لنا أن المياه السطحية هي أيسر هذه المصادر حصولاً وتكلفة، تليها المياه الجوفية ثم مياه الصرف الصحي المعالجة ثم مياه التحلية، ولا يعني هذا الترتيب أنه ترتيب عام لكل الحالات، بل هو على افتراض قرب المورد من المستخدمين، فربما تعتمد بعض البلدان أو المناطق على مورد واحد منها أو أكثر حسب ظروفها المائية والاقتصادية، ويجب النظر إلى مياه الصرف الصحي المعالجة كمورد مستمر لا بد من استخدامه بأكبر قدر ممكن، لما لمعالجة واستغلال هذا المورد من مردودات بيئية إيجابية شاملة إضافة إلى المردودات الاقتصادية الأخرى.

أما ما يخص الطلب على المياه Water Demand فيتمثل في مجموعة الاستخدامات والاستعمالات المختلفة للمياه، ومن الجدير بالذكر أن استعمالات المياه تتنوع وتتطور مع تنوع وتطور الحاجات المختلفة للإنسان، فقديماً كانت المياه تستخدم لأغراض الشرب والنظافة والزراعة، ولكن مع التطور الصناعي والاجتماعي والاقتصادي والعلمي وجدت استعمالات أخرى للمياه لم تكن موجودة من قبل، فمنها استعمالات المياه لغرض الإنتاج الحيواني والثروة السمكية، الإنتاج الصناعي، إنتاج الطاقة الكهربائية، إطفاء الحرائق، الملاحة، استخراج المعادن والبترول، تنمية المراعي والغابات والمسطحات الخضراء، وغيرها من الاستخدامات، ورغم تعدد صور الطلب على المياه، إلا أننا نستطيع أن نحصر مصادر الطلب على المياه في أكثر الصور شيوعاً خاصة في المنطقة العربية وهي:

1– طلب البلديات على المياه؛ ويتأثر طلب البلديات Municipal Demand على المياه بعوامل عدة، أهمها عدد السكان، متوسط درجة الحرارة ومستوى الدخل، إضافة إلى العوامل الجوية الأخرى. أما مستوى دخل الفرد فإنه يتناسب طردياً مع كمية المياه المستهلكة من قبل الأفراد والأسر، وذلك نتيجة لأن المستوى المرتفع للدخل يوفر فرصاً أكبر للاستفادة من المياه، أما بالنسبة للعوامل الجوية فإن زيادة كمية الأمطار مثلاً تتناسب عكسياً مع كمية المياه المستهلكة، وذلك لأن زيادة

هذه الكمية توفر مياهها أكثر لري الحدائق، مما يقلل استهلاك البلديات، ولا يخفى أن درجة الحرارة تتناسب طردياً مع كمية الاستهلاك المائي.

ويبقى عدد السكان أو معدل النمو السكاني العاملَ الأساسي الذي يحدد كميات المياه المطلوبة مستقبلاً، وذلك لأن كمية المياه المطلوبة عبارة عن متوسط الاستهلاك الفردي من المياه مضروباً في عدد السكان، ومن ثم فتوجد علاقة طردية بين عدد السكان وكميات المياه المستهلكة.

2– الطلب الصناعي للمياه: عادة ما يتم تحليل الطلب الصناعي للمياه Industrial Demand مستقلاً عن طلب البلديات حيث يكون الطلب الصناعي ذا كمية معتبرة لا يمكن إدراجها ضمن طلب البلديات، وتبلغ كمية الطلب الصناعي على المستوى العالمي حوالي ربع الكمية الكلية المستهلكة للمياه، ولكن هذه الكمية تقل في البلدان النامية، وتزداد في البلدان الصناعية. وتختلف طبيعة هذا النوع من الطلب عن سابقه في كونه لا يتطلب درجة كبيرة من المعالجة عموماً، كما أن المصانع عادة ما تعتمد على مواردها الخاصة في الحصول على المياه، ولا تستعمل شبكات المياه البلدية، إضافة إلى أن المياه المستعملة للأغراض الصناعية، لها مردود اقتصادي يتمثل في القيمة الاقتصادية المضافة من الإنتاج الصناعي، بالإضافة لإمكانية تدوير المياه المستخدمة للأغراض الصناعية وإعادة استخدامها. ومن أوجه الاستخدام الصناعي للمياه غالباً التبريد في العمليات الصناعية، كما يتم استخدامه في عمليات الحفر والتنقيب إذا كانت الصناعة استخراجية، وفي أغراض أخرى.

3– الطلب الزراعي للمياه: يعد الطلب الزراعي على المياه Agricultural Demand من أكثر أنواع الطلب استهلاكاً للمياه على المستوى العالمي عامة وعلى المستوى العربي خاصة، ويتأثر الطلب على الماء لأغراض الإنتاج الزراعي بعوامل عدة منها المساحة المزروعة التي تتناسب طردياً مع كمية المياه المستهلكة، والظروف المناخية من درجات الحرارة، وسرعة الرياح، وغيرها، وما يصاحب ذلك من معدلات تبخر ونتح للمياه تؤثر على كمية المياه المستهلكة. ويتأثر الطلب الزراعي للمياه بنوع

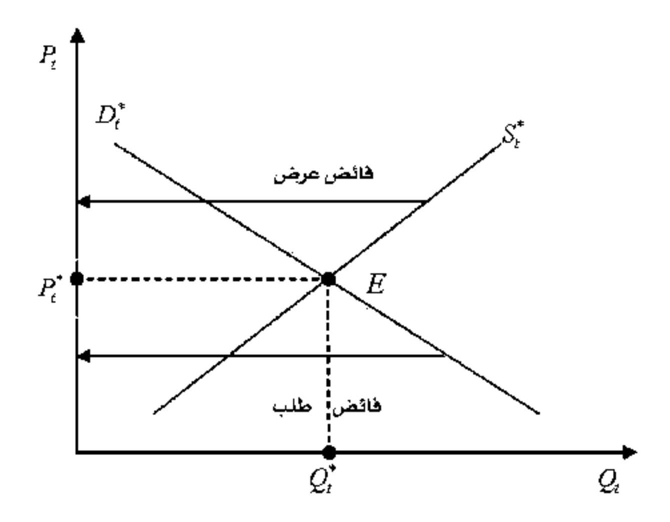
المحصول المزروع، وبطريقة الري ونوعية التربة التي تؤثر أيضاً على كميات المياه المستهلكة زراعياً، وغيرها من العوامل.

4-7-2 التوازن بين طلب وعرض المياه:

بعد معرفة كل من العرض (المياه المتاحة أو المتوفرة) والطلب (استهلاك أو استخدامات المياه) يأتي دور توزيع العرض طبقاً للطلب أو التوازن بين العرض والطلب على المياه Water Supply and Demand Equilibrium، أي إنه ينبغي على المخطط الاجتماعي تحديد كيفية تلبية الطلب للأغراض المختلفة كماً وكيفاً عن طريق ما هو متاح أو متوفر من المياه وبالطريقة المثلى. وتسمى الموازنة بين عرض الموارد المائية والطلب عليها بالميزان المائي Water Balance.

قد تكون كميات العرض كافية عموماً لتلبية الطلب، ولكن التوزيع الجغرافي لهذه الكميات لا يتوافق مع أماكن الطلب المائي، كما أنه من الممكن أن تكون كميات العرض كافية بل وفائضة في وقت من الأوقات خلال السنة لتلبية الطلب، ولكنها غير كافية في وقت آخر، أي إن الطلب زمنياً لا يتوافق مع العرض زمنياً. وهذا يعني أن البعد المكاني والبعد الزمني يلعبان دوراً مهماً في تحقيق التوازن بين العرض والطلب. ويوضح الشكل الآتي منحنى العرض والطلب للمياه.

الشكل (4-11) الطلب والعرض على المياه



ويتضح من شكل دالة الطلب على المياه أن نقص السعر يؤدي إلى زيادة الكمية المطلوبة، وذلك يفسر العلاقة العكسية بين السعر والكمية المطلوبة من المياه مع فرض ثبات العوامل الأخرى، كما توضح دالة العرض العلاقة الطردية بين السعر والكمية المعروضة من المياه حيث إن زيادة السعر تؤدي إلى زيادة العرض.

وتوضح نقطة التقاطع بين منحنى الطلب والعرض للمياه أن نقطة التوازن E، هي النقطة التي يتم عندها تحديد الكمية التوازنية والسعر التوازني لكل موقع جغرافي في مدة زمنية محددة. وتجدر الإشارة إلى أن المياه تعتبر من السلع الضرورية في غالب حالاتها، وبالتالي فالطلب عليها غير مرن Inelastic Demand؛ لأننا نحتاجها بغض النظر عن سعرها، وبالتالي فالمرونة السعرية في هذه الحالة تقترب من الصفر، كما أنها تعد في بعض حالاتها مورداً قابلاً للنضوب (مثل المياه الأحفورية الجوفية) وبالتالي فتكلفة الفرصة البديلة مرتفعة، وهنا قد تكون المرونة السعرية عديمة المرونة Perfectly Inelastic حيث يتم تحديد الكميات التوازنية للمجتمع عن طريق المخطط الاجتماعي في هذه الحالة.

4-7-3 وسائل المحافظة على كمية ونوعية الموارد المائية:

هناك وسائل كثيرة من شأنها المحافظة على كمية المياه Quantity Water وعلى نوعية المياه Quality Water من التلوث، نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر ما يأتي:

1. وجود التشريعات اللازمة لحماية مصادر المياه التي من شأنها المواثمة بين العرض والطلب على الموارد المائية للأغراض المختلفة وحماية المياه من سوء الاستغلال، وحمايتها من التلوث والاستنزاف، وغيرها من وسائل الحماية.

2. التوعية البيئية وذلك من خلال وسائل الإعلام المختلفة (مرئية، مسموعة، مقروءة، ...) لتوعية الجمهور وبناء فكرهم وتعريفهم بالتشريعات المفروضة لحماية وترشيد المياه والقيمة الاقتصادية لها، وما يتبعها من غرامات جزائية لسوء استخدامها.

3. الاهتمام بإنشاء مرافق للصرف الصحي، حيث إن إنشاء مرافق للصرف الصحي من شبكات ومحطات معالجة يخدم هدفين أساسيين: حماية البيئة، وتوفير مورد مائي إضافي للتجمعات السكانية.

4. إنشاء مراكز تدريب وتأهيل للعاملين في مجال البيئة وسلامة المياه بوجه خاص ومتابعة التطورات العلمية والتقنية والاستفادة منها في هذا المجال، وإقامة الندوات وحضور المؤتمرات المحلية والعالمية حول قضايا جودة المياه ومكافحة التلوث وإدارتها بشكل مستدام.

5. التقليل من الري السطحي والاعتماد على طرق الري الحديثة ذات الكفاءة العالية في استهلاك مياه الري مثل الري بالتنقيط أو بالرش، أو الري تحت السطحي، أو غيرها، وترشيد استعمال المبيدات والأسمدة في الأراضي الزراعية، فالري السطحي يزيد من احتمالية وصول الملوثات الزراعية إلى المياه الجوفية.

6. دعم أبحاث ترشيد استهلاك المياه.

7. جعل المياه عنصراً محدداً في تقدير الكفاءة الاقتصادية والإنتاجية للمشروعات الخاصة والعامة.

8. وضع آلية للتنسيق والتعاون والتخطيط لقطاع المياه بين الجهات المسؤولة عن المياه.

4-7-4 إنتاجية المياه الجوفية:

المقصود بإنتاجية المياه الجوفية Ground Water Production هي كمية المياه المتدفقة أو التي يمكن سحبها من البئر Well خلال مدة زمنية معينة، وتتأثر إنتاجية البئر من المياه بمجموعة من العوامل منها:

1– مستوى الماء الساكن (الاستاتيكي) Static Water Level، وهو المستوى الذي يمثله سطح الماء بالبئر في حالة عدم سحب أي ماء من التكوين الجوفي سواء بالضخ أو بالجريان الحر، ويعبر عنه بالمسافة بين سطح الأرض وسطح الماء في البئر.

وبالطبع فإن الآبار والينابيع التي تتدفق ذاتياً فوق سطح الأرض يكون مستوى الماء السكوني لها أعلى من مستوى سطح الأرض.

2– مستوى الضخ Pump Level، ويسمى أيضاً بمستوى الماء الحركي Dynamic Water Level وهو يعبر عن منسوب سطح الماء في البئر أثناء الضخ المستمر.

3– مستوى السحب (الهبوط) Drawdown Level، ويعبر عن المسافة بين منسوب الماء السكوني ومنسوب الماء الحركي، أي الفرق بين منسوب الماء قبل الضخ وأثناء الضخ. ويختلف مستوى السحب باختلاف معدلات ضخ الماء من البئر ومدة الضخ المستمر وكمية المياه الموجودة في التكوين.

4– السحب المتبقي (الهبوط المتبقي) Residual Drawdown، بعد توقف عملية الضخ فإن سطح الماء في البئر يعلو تدريجياً حتى يتساوى مع مستوى الماء السكوني في الخزان الجوفي أو الطبقة الحاملة Aquifer وأثناء ذلك فإن المسافة بين مستوى الماء الساكن ومنسوبه في البئر في زمن معين يسمى بمستوى السحب المتبقي أو الهبوط المتبقي.

5– إنتاجية البئر Well Yield، وهي كمية المياه القابلة للاستخراج من البئر سواء بالضخ أو بالتدفق الذاتي بالنسبة لوحدة الزمن، وتقاس عادة بالجالون /دقيقة أو الجالون /ساعة أو غيرها من الوحدات.

6– السعة الإنتاجية للبئر Specific Capacity، تعبر السعة الإنتاجية عن إنتاج البئر أو تصرفه بالنسبة لوحدة السحب أو قدرة التكوين الإنتاجية للماء، وهي تساوي حجم الماء الذي يتحرك بحرية تحت تأثير قوى الجاذبية الأرضية، وهي تساوي حجم الماء الممكن سحبه من البئر مقسوماً على سرعة السريان (عمق السحب) حيث $Y = \frac{W_y}{V} \times 100$، ووحدتها تكون جالون /دقيقة. قدم، أو جالون/ساعة.قدم، ومثالاً على ذلك: إذا افترضنا أن إنتاج بئر ما هو 200 جالون/دقيقة وكان عمق السحب له 20 قدماً فتكون سعة البئر الإنتاجية 10 جالونات/دقيقة.قدم. وتختلف إنتاجية المياه الجوفية حسب نوع التكوينات الجوفية، ويوجد نوعان رئيسان من تكوينات المياه الجوفية:

(1) التكوين الجوفي الحر Free Ground Water Aquifer وتكون فيه الطبقة الحاملة للمياه حرة من أعلى، أي تحد بمستوى الماء الأرضي وتتصل اتصالاً مباشراً بالمياه السطحية، وتكون المياه في المسام العليا من التكوين تحت الضغط الجوي، أو هي الطبقة الحاملة للماء التي يحدها من أسفل طبقة كتمية غير نفاذة أو نصف نفاذه ومن أعلى المستوى المائي المتصل مع الهواء الجوي.

(2) التكوين الجوفي المحصور Confined Ground Water Aquifer وهو الخزان الذي تكون فيه الطبقة الحاملة للمياه محصورة بين طبقتين غير منفذتين (كتمتين) من أعلى ومن أسفل واقعة تحت ضغط يفوق الضغط الجوي، وليس لها سطح حر، وتسمى هذه الخزانات، بالمياه الجوفية الارتوازية.

4-7-5 الموارد المائية في المملكة العربية السعودية:

يعد توفر الماء ضرورياً لاستدامة التنمية والاستقرار الاجتماعي في أي مكان؛ وفي البلدان الجافة التي لا يوجد بها أنهار جارية مثل المملكة العربية السعودية وكثير من البلدان الصحراوية، تصبح المياه الجوفية هي المصدر الأساسي للمياه. وهذا المصدر المحدود للمياه يجب أن يستغل بكفاءة في الاستخدامات البلدية والصناعية والزراعية لاستمرار التنمية ولضمان الاستمرار والجودة في المياه للأجيال الحالية والقادمة. وفي البلدان التي تكون مستويات الأمطار فيها منخفضة ومتذبذبة يصبح الاعتماد فيها أكبر على المياه الجوفية بالإضافة إلى المصادر البديلة كمياه التحلية ومياه الصرف الصحي.

ويعتمد عرض المياه التقليدية في المملكة على ثمانية تكوينات أساسية جوفية عميقة وعلى تسعة تكوينات ثانوية، وعلى كميات محدودة من المياه السطحية ومياه البحر المحلاة والقليل من مياه الصرف الصحي المعالجة. ويفرق بين التكوينات الأساسية (العميقة) والتكوينات الثانوية بناءً على خصائصها الهيدرولوجية وعلى انتشار أماكن انكشاف هذه التكوينات وعلى حجم المخزون الموجود بها وكمية النمو السنوي له. وعلى أي حال فإن معدل النمو لهذه التكوينات يعد منخفضاً ويصل إلى 1.270.000 متر مكعب في السنة (وزارة التخطيط، 1985م).

وتعد المعلومات الفنية والهيدرولوجية المتوافرة حالياً حول هذه التكوينات المائية قديمة، فهي تعود إلى أطلس المياه (المملكة العربية السعودية، وزارة الزراعة والمياه، 1984م)، وإلى خطة التنمية الرابعة (وزارة التخطيط، 1985م)، اللذين يعتمدان على دراسات هيدرولوجية قامت بها وزارة الزراعة والمياه في الأعوام 1966م و1969م و1980م، وهي دراسات تعطي بيانات قديمة لا تعكس مستوى الاستغلال الذي تم لهذه الموارد خلال تلك المدة وما بعدها.

الجدول (4—4) مخزون المياه الجوفية في المملكة العربية السعودية مليون متر مكعب

التكوين	المخزون الثابت (MCM)	المخزون المتوقع 1996م (MCM)
الوسيع والبياض	89.000	51.620
الوجيد	69.000	40.020
أم الرضمة	65.000	37.700
المنجور وضرما	53.400	30.420
الساق	49.000	28.420
تبوك	5.600	3.248
الدمام ونيوجين	5.000	2.900
مجموع التكوينات الرئيسة	336.000	194.880
التكوينات الثانوية	164.000	94.250
مجموع التكوينات الجوفية	500.000	289.130

المصدر: خطة التنمية الرابعة، وزاره التخطيط، 1985م.

ويوضح الجدول رقم (4—4) المخزون الثابت والمخزون المتوقع عام 1996م (مليون متر مكعبMCM) في التكوينات الرئيسة في المملكة العربية السعودية، وتشمل تكويني الوسيع والبياض اللذين يعدان تكويناً واحداً، وتكوين أم رضمة وتكوينات المنجور وضرما والساق وتبوك والدمام ونيوجين. وتمتد مناطق انكشاف بعض هذه التكوينات إلى خارج حدود المملكة العربية السعودية، فمثلاً تكوين الساق يمتد إلى الأردن وسوريا، بينما تكوينات الدمام ونيوجين وأم رضمة تمتد إلى البحرين والكويت والإمارات العربية المتحدة وقطر وعمان والعراق، بينما يمتد تكوين الوجيد إلى اليمن، وحالياً تعد المملكة العربية السعودية هي المستخدم الرئيس لهذه التكوينات التي تحتوي على مياه أحفورية.

أما التكوينات الجوفية الثانوية في المملكة العربية السعودية فتوجد في مناطق مختلفة، وتشمل تكوينات مثل خف وطويل وعرمة وجوف وسكاكا وجلة ووادي حنيفة وجبيلة وغيرها. ويوضح الجدول السابق حجم مخزون المياه الجوفية التقديرية في هذه التكوينات، تلك التي تم استخدامها بشكل كبير إبان النهضة الزراعية في المملكة خلال المدة 81–1992م في زراعة محاصيل القمح والشعير والأعلاف. ومع أن تلك المدة حفلت بمرحلة استنزاف كبير لهذه التكوينات، إلا أنه لم يتم إلى الآن إعادة قياس معاملات المخزون أو التعبئة لهذه التكوينات.

المصدر الرئيس الآخر لاستخدامات المياه في الأغراض البلديات والصناعية هو مياه البحر المحلاة، وقد تم استخدام المياه المحلاة في المملكة بشكل واسع منذ عام 1970م، حيث تم إنفاق ما يزيد على 51 مليار ريال حتى عام 2000م لإنشاء ما يزيد على 26 محطة تحلية. وهناك خطة واسعة لدى وزارة المياه والكهرباء لزيادة الاعتماد على هذه المحطات لإنتاج المياه والكهرباء. وحالياً تعد المملكة العربية السعودية أكبر منتج لمياه البحر المحلاة في العالم، حيث يصل إنتاج المياه المحلاة إلى 700 مليون متر مكعب في السنة، يمثل إنتاجها حوالي 30٪ من قدرة العالم الإنتاجية للمياه المحلاة.

الجدول (4–5)

كميات المياه المحلاة حسب محطات تحلية المياه والمناطق المستفيدة منها لعام 2005م

اسم المحطة	الإنتاج		المناطق المستفيدة
	م^3 يومياً	م^3 سنوياً	
الخفجي	18.925	6.737.280	الخفجي
الجبيل	984.515	359.179.650	الغاط، بريدة، شركات متعاقدة، خفر السواحل، غنمان، الجبيل، المجمعة، القاعدة البحرية، الرياض، الهيئة الملكية، صدف، شقراء، الزلفي.
الخبر	391.673	140.435.060	الهفوف، بقيق، شركات متعاقدة، خفر السواحل، الدمام، الظهران، الخبر، القطيف، رأس تنورة، القصر الملكي، صفوي، سيهات.
جدة	373.136	132.836.400	جدة.

اسم المحطة	الإنتاج		المناطق المستفيدة
	م^3 يومياً	م^3 سنوياً	
الشعيبة	571.000	208.415.000	جدة، مكة، الطائف.
الشقيق	91.000	33.215.000	أبها، أبها: المطار، بن نعمان، خميس، خميس: المدينة العسكرية، رفيدة، رنة، سكيكو، الشقيق، عكاد.
المحطات الصغيرة	23.873	8.713.645	البرك، الوجه، العزيزية، ضبا، فرسان، حقل، رابغ، أملج.
ينبع	327.450	119.519.250	بدر، فرايش، ففرة، حمرا، خيف، المدينة، مستورة، مندسة، محميدة، ملايلة، مسيجيد، خفر السواحل، عويقل، رايس، الواسطة، يان مفرق، ينبع، خطوط ينبع.

المصدر: المؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة، التقرير السنوي، 2005م.

المصدر الثالث من مصادر المياه هو مياه الصرف الصحي المعالجة؛ وهذا المصدر غير التقليدي ما زال في مراحله الأولى للاستخدام، إذ لم يتم تطوير القدرات الممكنة لاستغلال هذا المصدر من المياه. وذلك لارتفاع التكلفة المباشرة لمعالجة مياه الصرف الصحي، ولانخفاض مستوى القبول الاجتماعي لاستخدام هذه المياه، فمثلاً محطة الرياض للمعالجة يتم نقل مياهها إلى ثلاثة مناطق للاستفادة منها في الاستخدامات الزراعية والصناعية فقط، ويوضح الجدول (4—6) الاستخدامات والمواقع المستفيدة من مياه الصرف الصحي المعالجة بالرياض.

الجدول (4—6)

كميات المياه المعالجة، محطات معالجة المياه، والمواقع المستفيدة منها في منطقة الرياض

اسم المحطة	كمية المياه المنتجة (م^2 شهرياً)	مستوى المعالجة	المواقع المستفيدة
المحطة الجنوبية	5.305.950	ثلاثية	مصفاة أرامكو السعودية بالرياض، الزراعة، وادي البطحاء، استخدامات في المرافق
المحطة الشمالية	3.922.650	ثلاثية	مصفاة أرامكو السعودية بالرياض، الزراعة، وادي البطحاء، استخدامات في المرافق

اسم المحطة	كمية المياه المنتجة (م^2 شهرياً)	مستوى المعالجة	المواقع المستفيدة
المحطة الشرقية	5.109.150	ثنائية	مصفاة أرامكو السعودية بالرياض، الزراعة، وادي البطحاء، استخدامات في المرافق
حي الجزيرة	209.760	ثلاثية	ري حدائق حي الجزيرة
الإجمالي	14.547.510		

تمارين الفصل الرابع

س1) أجب عما يأتي:

1. ما هو الفرق بين سلوك المخزون للمورد الناضب وبين سلوكه للمورد المتجدد مع التوضيح الوصفي والبياني والرياضي؟
2. ما هو سلوك حجم المورد الإحيائي عبر الزمن مع التمثيل له؟
3. ما هو نوع الطلب على المعادن؟ ولماذا؟
4. وضح المعنى الاقتصادي للحمولة الرعوية مع التعريف.
5. ما هي الإنتاجية الرعوية للمراعي؟
6. أشرح الأهمية الاقتصادية للمراعي.
7. ما هي الأهمية الاقتصادية للغابات؟
8. وضح كيف يتم حساب القيمة الاقتصادية للمراعي؟
9. وضح كيف يتم حساب القيمة الاقتصادية للغابات؟
10. اذكر مع الشرح مظاهر تدهور المراعي.
11. ما هي أهم عوامل نمو واستغلال الغابات؟
12. عرف الملكية المشاعة للمورد.
13. ماذا تعني القدرة الحمولية القصوى CMC؟
14. ماذا يعني أعلى مستوى للنمو msy؟
15. ماذا تعني تكلفة السفر وتكلفة الدخول، وبماذا تفيد؟
16. ما هي أهم عوامل تدهور الغابات؟

س2) ما هو تأثير وجود الملكية المشاعة على استغلال المراعي والغابات مع التوضيح الوصفي والبياني والرياضي؟

س3) وضح سلوك النمو لموارد الأسماك.

س4) ما المقصود بكل مما يأتي:

- الدورة المائية؟
- الميزان المائي؟
- المخزون المائي الحر، والمخزون المائي المحصور؟
- المياه المتجددة والمياه الأحفورية؟

س5) وضح اقتراحاتك للمحافظة على المياه من التلوث ومن الاستنزاف.

س6) ناقش مزايا وعيوب استخدام المياه الجوفية كمصدر لإمدادات المياه البلدية؟

س7) ما مصير استخدام المياه الجوفية للري الزراعي على المدى البعيد في مناطق مختلفة من البلاد؟

س8) ما هي محددات الطلب على الموارد المائية؟

س9) اكتب بحثاً لا يزيد عن 10 صفحات عن المياه في منطقتك مدللاً عرضك بالنسب والأرقام، مع توضيح استنتاجاتك وتوصياتك في هذا الشأن.

س10) وضح أسعار مياه الشرب في المملكة لكل الشرائح، وقارنها بتكاليف مياه التحلية والنقل.

س11) وضح أنواع التجدد في الموارد المتجددة وأنماط تمثيلها رياضياً وبيانياً.

س12) ما هو الفرق بين شرط الاستغلال الأمثل لاستغلال الغابات في حالة المنافسة التامة عنه في حالة الاحتكار (بالتعاون بين المنتجين)؟

س13) ما هو شرط استغلال الغابة ذات الملكية المحددة؟

س14) وضح الفرق بين معادلات ديناميكية المخزون للمورد القابل للنضوب عن تلك التي للموارد المتجددة مع التوصيف الرياضي لذلك.

س15) وضح الفرق بين شرطي التوازن (الضروري والكافي) في حالة المورد الناضب عنه في حالة المورد المتجدد.

س16) يوجد مورد متجدد له دالة تكاليف لاستخراجه هي: $TC = CR_t$ حيث $C = 3$ ، ومعكوس دالة الطلب عليه هي $P_t = \alpha - bR_t$ حيث $b = 0.5$ ، $\alpha = 20$ ؛ علماً بأن المخزون الابتدائي في هذا الحقل هو 40 وينمو خارجياً بمعدل $G = 10$ بينما سعر الخصم $r = 10\%$ والزمن $T = 2$ ، والمطلوب:

1. كون مسألة التعظيم لعائد الإنتاج ودالة لاجرانج في هذه الحالة.
2. استنتج الشروط الضرورية والكافية لتعظيم عائد الإنتاج من هذا الحقل مع شرحها.
3. أوجد مستويات الاستخراج المثلى والمخزون المتبقي.
4. ما هي القيمة الحالية لربح منتج المورد عبر الزمن؟
5. في حالة كون التكاليف الحدية لاستخراج النفط كمورد متجدد أصبحت متزايدة كلما انخفض المخزون المتبقي، فكيف يمكن تمثيل التكاليف رياضياً في هذه الحالة؟ وكيف ستؤثر بيانياً على دالة التكاليف؟

س17) إذا كان هناك مورد متجدد يواجه دالة تكاليف استخراج كلية هي: $TC = \alpha R_t + bR_t^2 + CR_t^3$ حيث: $C = 0.08$ ، $b = 0.03$ ، $\alpha = 2$ ؛ وإذا كان سعر الخصم $r = 7\%$ ، وكمية المخزون الابتدائي للمورد $S_O = 400$ ، ومعدل نمو المخزون $G = 20$ ، والسعر الحالي للمورد $P = 30$ للطن ومن المتوقع زيادة السعر بنسبة 4% في كل سنة، إذا كان المنتج يستخدم مدة 50 عاماً كمدى زمني تخطيطي لتعظيم أرباحه:

1. كون وحل مسألة التعظيم السابقة موضحاً عناصر مسألة التعظيم ومعادلة لاجرانج والشروط الضرورية والكافية لمدتين زمنيتين؟
2. ما هي القيمة الحالية لربح منتج المورد عبر هذه المدة (50 عاماً) مستعيناً ببرنامج أكسل؟
3. من البرامج في 2، متى سيتم استخدام المورد بالكامل؟

4. من البرامج في 2، أوجد معدلات الاستخراج المثلى والمخزون المتبقي عبر الزمن.

س18) أعد إجابة الفقرات (2، 3، 4) في السؤال السابق في حالة كون المنتج كان محتكراً في السوق، وكون دالة الطلب على المورد هي: $P_t = \alpha_2 - b_2 R_t$ حيث: $\alpha_2 = 200$ ، $b_2 = 0.5$.

س19) أعد إجابة الفقرات (2، 3، 4) في السؤال الثامن عشر في حالة كون دالة التكاليف لاستخراج المورد:

$$TC = \alpha R_t + bR_t^2 + CR^3 + eR\left(S_O - S +\right) \Big/ S_t$$

حيث: $e = 3$.

س20) أعد إجابة الفقرات (2، 3، 4) في السؤال الثامن عشر في حالة عدم وجود نمو خارجي للمخزون وكون صيغة معادلة المخزون الحالي: $S_t = S_t - 1 + G(S_t - 1) - R_t$ حيث: $G(S)$ هي دالة نمو المورد و $G = 0.03$.

مراجع الفصل الرابع

- مقلد، رمضان محمد، وآخرون. اقتصاديات الموارد والبيئة، الدار الجامعية، الإسكندرية، 2003م.
- أبو الفتوح، حسين علي. علم البيئة (الطبعة الأولى) 1991م – مطابع جامعة الملك سعود 1411هـ.
- آل الشيخ، حمد محمد. اقتصاديات الغابات في جنوب المملكة، ورقة عمل، قسم الاقتصاد، جامعة الملك سعود، 1428هـ.
- آل الشيخ، حمد محمد. اقتصاديات المراعي في شمال المملكة، ورقة عمل، قسم الاقتصاد، جامعة الملك سعود، 1428هـ.
- آل الشيخ، عبد المحسن عبد الرحمن. تخطيط موارد المياه وتطبيقه في الوطن العربي. مطابع الفرزدق التجارية، 2003م، الرياض.
- الأشرف، محمد غياث. "حماية البيئة الرعوية من التصحر– إدارة مورد المياه والبيئة، معهد البحوث– جامعة الملك فهد للبترول والمعادن: في إطار ندوة الدراسات الصحراوية في المملكة العربية السعودية (الجزء الأول)" مطابع جامعة الملك سعود 1416هـ
- جيري ل. هولشك، ركس د. بابير، كالتون هـ. هيربل. إدارة المراعي (الأسس والتطبيقات)– ترجمة السعيد، عبد العزيز بن محمد سليمان. الرياض 2000م – النشر العلمي والمطابع 1422هـ.
- الدول، يحيى محمد علي. "أهداف ومتطلبات تنمية الغابات" وكذلك د. عبدالله أبو الحسن "تنمية الغابات الطبيعية في المملكة" وكذلك د. محمد نبيل شلبي "الأهمية الاقتصادية للغابات"، مجلة العلوم والتقنية (الرياض– مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية) العدد الحادي والخمسون رجب 1420هـ.

- رياض، محمد، وآخرون. الجغرافيا الاقتصادية، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، الطبعة الثالثة، الدوحة، قطر 1973م.
- الشريف، عبده قاسم. "دور وزارة الزراعة والمياه في تنمية وإعمار الصحراء في المملكة العربية السعودية"، حلقة الدراسات الصحراوية في المملكة العربية السعودية، مركز دراسات الصحراء، 21–23 نوفمبر 1989م، مطابع جامعة الملك سعود.
- عارف، إبراهيم محمد وآخرون. "ماضي وحاضر الغابات الطبيعية والصناعية في المملكة العربية السعودية"، الندوة الجامعية الكبرى (المحور الزراعي) 16– 27 أكتوبر 1999م – النشر العلمي والمطابع 1421هـ.
- عبد العزيز، محمود حسان. أساسيات الهيدرولوجيا. عمادة شؤون المكتبات– جامعة الملك سعود، 1982م، الرياض.
- عبد الله، محمد حامد. اقتصاديات الموارد والبيئة، عمادة النشر العلمي والمطابع جامعة الملك سعود، الرياض، 2000م.
- العمرو، سعود فهد وآخرون. " دراسة ظاهرة التصحر في منطقة حائل بالمملكة العربية السعودية"، وكذلك الأشرف، محمد غياث، " حماية البيئة الرعوية من التصحر"، وكذلك نصرون، تاج الدين حسين "أهمية وطرق استعادة وصيانة التنوع الحيوي للنظم البيئية المتصحرة بالمملكة، الجزء الأول، ندوة الدراسات الصحراوية في المملكة العربية السعودية، مركز دراسات الصحراء، 2–4 أكتوبر 1994م، مطابع جامعة الملك سعود.
- مخيمر، سامر، وآخرون. أزمة المياه في المنطقة العربية (الحقائق والبدائل الممكنة). المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، 1995م، الكويت.
- نظام الغابات والمراعي. أنظمة المياه والزراعة والثروات الحية، مجموعة الأنظمة السعودية، المجلد السابع، فهرسة الملك فهد الوطنية، الرياض 1423هـ.
- Al–Sheikh, Hamad. M. H.(2001) Water Resources and Development in Saudi Arabia. Riyadh, Saudi Arabia, in Water in the Arabian Peninsula, edited by Kamil Mahdi, 2001, Ithaca Reading U. K.

- Barnett, H.J. and C. Morse (1963) Scarcity and Growth: The Economics of Natural Resource Availability, Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Burt, O.R. "Groundwater Management Under Quadratic Criterion Functions" Water Resources Research 3:673–82,1967.
- Burt, O.R. " Groundwater Storage Control Under Institutional Restrictions." Water Resources Research 6:1540–8,1970.
- Burt, O.R. "Optimal Use of Resources Over Time." Management Science 2:80–93,1964.
- Burt, O.R., and Cummings, R.G." Production and Investment in Natural Resource Industries." American Economic Review 60:576–90,1970.
- Coase, R.H."The Problem of Social Cost." Journal of Law and Economics 44.1960-3:1
- Conrad, J. and C. Clark (1987) Natural Resource Economics: Notes and Problems, Cambridge: Cambridge University Press.
- Dasgupta, P., and Heal, G. "The Optimal Depletion of Exhaustible Resources." Review of Economic Studies, Symposium on the Economics of Exhaustible Resources 3:28,1974.
- Dasgupta, P., and Stiglitz, J.E."Uncertainty and The Rate of Extraction Under Alternative Institutional Arrangement." Unpublished manuscript, Stanford University, 1975.
- Farzin, Y. H. (1992) "The Time Path of Scarcity Rent in the Theory of Exhaustible Resources", Economic Journal, 102,813–30.
- Fisher, A. C. (1981) Resource and Environmental Economics, Cambridge University Press.
- Gray, L.C. "Rent Under the Assumption of Exhaustibility." Quarterly Journal of Economics. 89.1914-28:466
- Gray, L.C. "The Economic Possibilities of Conservation." Quarterly Journal of Economics. 519.1913-27:497.
- Hall, D. and J. Hall (1984) "Concepts and Measures of Natural Resource Scarcity With a Summery of Recent Trends", Journal of environmental Economics and Management, 11,363–79.
- Heal, G. "Economic Aspects of Natural Resource Depletion." In The Economics of Natural Resource Depletion, edited by D.W. Pearce and J. Rose, PP. 118–39. New York: John Wiley & Sons, 1975a.
- Heal, G. M. and M. M. Barrow (1980) "The Relationship Between Interest Rates and Metal Price Movements". Review of Economic Studies, 48, −161 81

- Hotelling, H. "The Economic of Exhaustible Resources." Journal of Political Economy 39:137–75,1931.
- Kamien, M.I., and Schwartz, N.L. "Optimal Exhaustible Resource Depletion with Endogenous Technical Change." Review of Economic Studies, 45:179–96,1978.
- Koopmans, T. C. (1974) "Proof of the Case where Discounting Advances Doomsday", Review of Economic Studies Symposium on the Economics of Exhaustible Resources, 117–20.
- Munoro, G.R and A.D Scott, "The Economics of Fisheries Management" Chapter 14 in Handbook of Natural Resources and Energy Economics, Vol, ∏, edited by A. V. Kreese and J.L. Sweeney, Elsevier Science Pulishers, BV, Amsterdam, Netherlands, 1985.
- Tietenberg, T. (1992) Environmental and Natural Resources Economics, New York: Harper– Collins.

الفصل الخامس

اقتصاديات البيئة

Environmental Economics

- مقدمة.
- الرفاهية الاقتصادية.
- أسباب تدخل الحكومة في الأسواق.
- المتعديات أو الخارجيات.
- تحليل الرفاهية الاقتصادية.
- قياس الرفاهية الاقتصادية.
- تمارين الفصل الخامس.
- مراجع الفصل الخامس.

5–1 مقدمة:

يهدف هذا الفصل إلى توضيح الأسس والمفاهيم المهمة التي يُعتمد عليها في التحليل الاقتصادي للموارد البيئية، ويقدم تعريفات لهذه المفاهيم وشرحاً لهذه الأسس التي يعتمد عليها التحليل الاقتصادي للموارد البيئية. هذه المفاهيم تعتمد في مجملها على تحليل الرفاهية الاقتصادية Welfare Economic Analysis الذي يعتمد بدوره على تحليلات الكفاءة الاقتصادية وفائض المستهلك والمنتج ومجموعها الذي يمثل فائض المجتمع. ويستعرض الأسس الفنية المهمة للتحليل الاقتصادي لمشكلات الموارد البيئية.

5–2 الرفاهية الاقتصادية:

ويطلق على هذا المصطلح أحياناً اقتصاد الرخاء، الذي يقصد به مجموعة التحليلات المعيارية لقياس مستوى رخاء أو رفاهية المجتمع على مستوى سلعة أو قطاع أو نشاط أو بشكل كلي، ويعتمد تحليل الرفاه الاقتصادي على عدد من المفاهيم منها:

5–2–1 الاقتصاد التنافسي:

مفهوم الكفاءة: يعتبر الاقتصاد كفؤاً إذا كان منظماً بحيث يحصل المستهلكون على مجموعة السلع والخدمات من مختلف الأسواق وبأقل الأسعار، ويستخدم مفهوم الكفاءة في عدد من المجالات:

كفاءة التوزيع Allocation Efficiency: تحدث عندما لا يكون هناك طريقة لإعادة تعظيم أو توزيع الموارد المتاحة دون جعل أحد يصبح أقل رفاهية (أسوأ حالاً). أي إنه إذا كان التوزيع كفؤاً فإنه لا يمكن زيادة رفاهية (مستوى إشباع) أي شخص إلا بتخفيض رفاهية شخص آخر.

كفاءة التوازن التنافسي: إذا كانت الأسواق تنافسية بالكامل، فإن الموارد سيتم توزيعها بكفاءة، على أن لا يكون هناك متعديات خارجية كالتلوث.

الأسواق غير الكفؤة: تحدث عندما يكون هناك متعديات خارجية سالبة كالتلوث، أيضاً تنخفض الكفاءة إذا كان في السوق احتكارات أو مجموعات احتكارية أو احتكارات قلة، وتحدث أيضاً انحرافات مهمة عن الكفاءة نتيجة عدم وجود المنافسة التامة مثل بعض السلع شبه العامة مثل الرعاية الصحية، ومشكلات المعلومات في سوق السيارات المستعملة مثلاً، حيث يصعب على المشتري معرفة حالة السيارة جيدة أم سيئة.

الخيار العام Public Choice: يدرس كيف تصنع الحكومات قراراتها، ويعتبر الاقتصادي جوزيف شومبيتر رائد هذه النظرية، وهي ببساطة تعنى بوضع السياسات العامة في ضوء الأسواق غير التنافسية.

يعد مفهوم الاقتصاد التنافسي Competitive Economy مبدأً أساسياً في تحليل الرفاهية الاقتصادية، فالاقتصاد التنافسي هو ذلك الاقتصاد الذي لا يوجد به احتكار، وبه وحدات اقتصادية صغيرة الحجم وكثيرة بحيث إن خروج أو دخول إحدى أو عدد من هذه الوحدات من وإلى السوق لا يؤثر على مستوى الأسعار السائدة في السوق، كذلك يتميز بتكامل المعلومات عن أحوال السوق.

5-2-2 أمثلية بريتو:

تعد أمثلية بريتو Pareto Optimality أو كفاءة بريتو في توزيع الموارد المتاحة من المفاهيم الأساسية في تحليل الرفاهية الاقتصادية، وتعبر عن حالة أو وضع لتوزيع الموارد المتاحة في المجتمع بحيث لا يمكن أن تحسن من رفاهية أي فرد في المجتمع بإعادة توزيع هذه الموارد بين الأفراد دون أن تؤثر على رفاهية فرد آخر أو تضر بها، ويطلق أحياناً على أمثلية أو كفاءة بريتو بكفاءة التوزيع للموارد المتاحة للمجتمع في الاقتصاد.

شرط بريتو أو كفاءة بريتو Pareto Efficient Allocation الذي يقول أنه عند التخصيص الأمثل للموارد في المجتمع يستحيل إعادة تخصيصها أو توزيعها بطريقة أخرى دون أن يؤدي ذلك (إعادة التوزيع) إلى أن يستفيد بعض الناس على حساب أناس آخرين. وبشكل محدد فإن أمثلية بريتو (شرط بريتو) Pareto Optimality Condition هي حالة من تخصيص أو توزيع الموارد تتوافق مع الشروط الآتية:

1. كفاءة الإنتاج Production Efficiency؛ بحيث تنتج السلع والخدمات بأقل تكلفة ممكنة وبأقل كمية ممكنة من الموارد الإنتاجية.

2. كفاءة التخصيص Allocation Efficiency؛ بحيث يصل حجم الإنتاج من كل سلعة إلى الحجم الأمثل، وتتحقق كفاءة التخصيص في الأجل القصير، عندما يساوي سعر السلعة تكاليفها الحدية $P_i = MC_i$، بينما تتحقق كفاءة التخصيص في الأجل الطويل عندما تساوي أسعار جميع السلع تكاليفها الحدية وتكاليفها الكلية المتوسطة في الوقت نفسه، حيث:

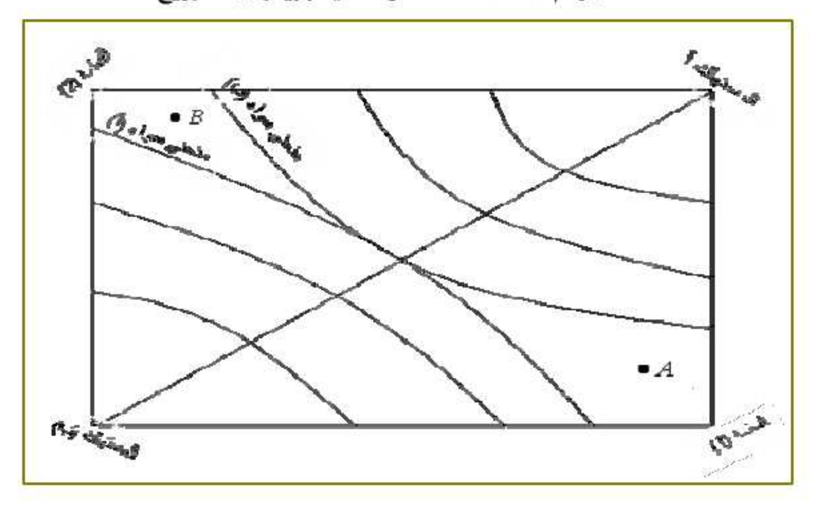
$$P_i = MC_i = ATC_i$$

$$\forall i = 1,2,3,............N$$

3. لا توجد طريقة أخرى لتحسين رفاهية أحد الأفراد دون أن يؤدي ذلك لتدهور رفاهية فرد آخر.

4. أن كل المكاسب الممكنة من التجارة استنفدت، أو أن فرص الربح انعدمت من خلال إعادة تخصيص الموارد نفسها. ويوضح الشكل الآتي كفاءة أو أمثلية بريتو في التوزيع:

الشكل رقم (5–1) كفاءة أو أمثلية بريتو في التوزيع



ولكـي تتحقـق كفـاءة بريتـو فـإن هنـاك شـروطاً ضـرورية وشـرطاً كافيـاً، والشروط الضرورية هي:

أ- التخصيص أو التوزيع الأمثل للموارد بين استخداماتها المتنافسة عليها، ويحدث ذلك عندما يتساوى معدل الإحلال الحدي الفني $MRTS_{LK}$ لكل عنصرين من عناصر الإنتاج (العمل، ورأس المال) في كل الصناعات التي تستخدمها، حيث:

معدل الإحلال الحدي الفني $MRTS_{LK}$ للعمل ورأس المال في السلعة (A) يساوي معدل الإحلال الحدي الفني $MRTS_{LK}$ للعمل ورأس المال في الصناعة (B) = $\frac{\text{سعر العمل}}{\text{سعر رأس المال}}$.

ب- الوصول إلى الحجم الأمثل للمنتجات، ويتحقق ذلك عندما يتساوى معدل تحويل الإنتاج لأي سلعتين في كل المنشآت التي تنتجهما والذي يساوي النسبة بين سعري السلعتين أيضاً، حيث معدل تحويل الإنتاج للسلعة (2) والسلعة (1) في المنشأة A مثلاً = معدل تحويل الإنتاج للسلعة (2) والسلعة (1) في المنشأة B = $\frac{\text{سعر السلعة (1)}}{\text{سعر السلعة (2)}}$ في كل المنشآت.

جـ- تحقيق كفاءة الاستهلاك، ويحدث ذلك عندما يتساوى معدل الإحلال الحدي لكل سلعتين $MRS_{1,2}$ بالنسبة لكل المستهلكين لهما، كما يساوي أيضاً النسبة بين سعريهما، حيث معدل الإحلال الحدي للسلعة (2) والسلعة (1) للمستهلك (أ) = معدل الإحلال الحدي للسلعة (2) والسلعة (1) للمستهلك (ب) = $\frac{\text{سعر السلعة (1)}}{\text{سعر السلعة (2)}}$.

أما الشرط الكافي لتحقيق كفاءة بريتو فهو تزايد تكاليف الفرصة البديلة، أي إن منحنى إمكانات الإنتاج يتحدب بعيداً عن نقطة الأصل.

5-2-3 نظرية الرفاهية الأولى (الرئيسة):

تقول هذه النظرية بأنه: ينتج عن تحقق الاقتصاد التنافسي أو شروط الاقتصاد التنافسي لأي مجتمع أو اقتصاد حالة توزيع للموارد المتاحة في المجتمع تتفق مع أمثلية بريتو، عندما تتحقق الشروط الآتية:

1. توفر معلومات كاملة عن الأسعار والتكاليف وغيرها من المعلومات الاقتصادية لجميع الأفراد في المجتمع.
2. عندما لا يكون هناك خارجيات أو متعديات Externalities سلبية كانت أم إيجابية في الاقتصاد.
3. عندما لا يكون هناك حالة تزايد للغلة Increasing Returns to Scale (IRS) في الإنتاج باستخدام المزيد من التقنية في الاقتصاد.

5-2-4 إسقاطات نظرية الرفاهية الأولى:

هناك عدد من الافتراضات الضمنية (إسقاطات) التي تنبني عليها نظرية الرفاهية الأولى منها:

1. أن المستهلكين يهتمون فقط بأنفسهم، وليس بالآخرين؛ أي لا يوجد آثار خارجية استهلاكية.
2. أن الأشخاص يتصرفون بطريقة تنافسية، أي إن هناك عدداً كبيراً كافياً منهم يضمن أن سلوك كل واحد منهم سيكون سلوكاً تنافسياً.

وعليه فإن نظرية الرفاهية الأولى تقول: إن هيكل الأسواق التنافسية كفيل بتحقيق كفاءة بريتو.

5-2-5 النظرية الثانية للرفاهية:

تقول هذه النظرية بأنه؛ إذا كان لدى كل المتعاملين في الاقتصاد تفضيلات مقعرة Convex، فسيكون في الاقتصاد هناك دائماً مجموعة من الأسعار، حيث يكون كل تخصيص للموارد كفؤاً حسب كفاءة بريتو، وسيكون هناك توازن سوقيٌّ للكميات المبدئية في الاقتصاد.

5-2-6 إسقاطات نظرية الرفاهية الثانية:

تقول هذه النظرية: إن أي تخصيص للموارد – يتوافق مع كفاءة بريتو في ظروف معينة – يمكن تحقيقه بتوازن تنافسي. وهذا يعني أنه يمكن ضمنياً فصل

مشكلات التوزيع عن مشكلات الكفاءة، أو أنه أياً كان التخصيص الكفء الذي نريده فإن من الممكن مساندته بآليات السوق.

5-2-7 نظرية كواس والمفاوضات Coase Theorem:

أطلق عليها نظرية في الأدبيات الاقتصادية تعارفاً؛ مع أنها ليست نظرية، بل تعد وجهة نظر أكثر من كونها نظرية. وضع هذه الرؤية المفكر الاقتصادي رنالدو كواس (1960م)، وتنص على أن" وجود المؤثرات الخارجية (المتعديات)، التي تؤدي إلى عدم الكفاءة في الاقتصاد، سيتم تصحيحها في ظل شروط معينة تتعلق بالتفاوض بين الأطراف المعنية بها. هذه الشروط تتركز على أن تكاليف التفاوض تعد منخفضة، وأن عدد المتأثرين بهذه المتعديات قليلون ويستطيعون التفاوض فيما بينهم بشكل حر ومباشر حول هذه المتعديات التي تؤثر فيهم. بينما لو ذهب المتأثرون إلى المحكمة لمقاضاة المتسببين بهذه المتعديات السلبية، فإن المحكمة ستفرض تعويضاً للطرف أو الأطراف المتأثرة يساوي قيمة المتعديات بهدف تعديل تأثير هذه المتعديات على المتأثرين سلبياً بها، ولكن عادة ما تكون تكلفة الإجراءات القانونية في هذه المحاكم مرتفعة وتستغرق زمناً طويلاً. وبعبارة أخرى يقترح رونالد كواس أنه في حال عدم تدخل الحكومة، فإنه يمكن – من خلال المفاوضات الطوعية بين الأطراف المتأثرة والمتسببة – الوصول إلى ظروف تؤدي إلى نتائج كفؤة على اشتراط تدني تكاليف المفوضات وقصر إجراءاتها.

5-3 أسباب تدخل الحكومة في الأسواق:

يعد تدخل الحكومة في الاقتصاد منافياً للاقتصاد التنافسي، غير أنه في حالات معينة يعد تدخل الحكومة في الاقتصاد ضرورياً لتحقيق أقرب وضع ممكن للاقتصاد التنافسي. ويمكن تلخيص الأسباب الداعية إلى تدخل الحكومة في الاقتصاد من وجهة نظر اقتصادية، لتؤدي إلى زيادة الكفاءة الاقتصادية فيما يأتي:

1. لتوفير البيانات والمعلومات عن الاقتصاد للمشاركين في الأنشطة والعمليات الاقتصادية في الأسواق والتأكد من استمرارية هذه المعلومات والبيانات بين المشاركين بشكل يحقق المساواة والعدالة.

2. لإدارة وتصحيح المتعديات أو المؤثرات الخارجية السلبية منها والإيجابية الحادثة في الاقتصاد.

3. لإنتاج السلع والخدمات الحيوية والعامة كالمرافق العامة، والبنية التحتية والسلع العامة مثل (الأمن، الطرق، القضاء، الاتفاقات الدولية، ... إلخ) التي يصعب القيام بها من قبل القطاع الخاص.

4. لتراقب وتدير السلوكيات غير التنافسية كالاحتكار بدرجاته المختلفة وغيره لتحقيق المتطلبات اللازمة لتحقيق بيئة لأمثلية بريتو.

5. لإعادة توزيع الدخل بشكل عادل بين المواطنين لمعالجة حالات الفقر المدقع.

من الواضح أن الأسباب الأربعة الأولى هي في حقيقتها دواعٍ وأسباب تهدف إلى تحقيق أفضلية بريتو؛ بينما السبب الخامس فيحدث لأن المجتمع يرغب في الوصول إلى نقطة من مستوى رفاهية تتفق مع أفضلية بريتو بحيث تكون أكثر عدالة في توزيع الدخل بين أفراد المجتمع.

5-3-1 آليات تدخل الحكومة في السوق:

يجب أن يكون هدف الحكومة للتدخل في النشاط أو القطاع أو الاقتصاد حسب الشروط الآتية:

1. لتوفير المعلومات من خلال وسائل الإعلام المختلفة وعن طريق جمع البيانات وتبويبها ودعم البحوث ومراكز التوعية والإرشاد وتوفير التعليم والتدريب.

2. لتوفير ونشر البيانات والمعلومات من خلال وسائل الإعلام والإنترنت والمواقع العامة.

3. لوضع معايير لملصقات الأسعار وحملات الدعاية والإعلان والتخفيضات السعرية والاكتتابات العامة، وتوظيف الأموال، والإسهامات والإفصاح للشركات والقطاعات المختلفة.

4. لوضع السياسات التي من شأنها تحقيق المصداقية والشفافية.

5. وضع سياسات تهدف إلى تصحيح المتعديات أو المؤثرات الخارجية.

6. توفير السلع كالمرافق العامة والبنية التحتية مثل (الأمن والقضاء وغيرها) وهي تلك السلع التي لا يؤثر استهلاك شخص لها على استهلاك الآخرين.
7. حماية المستهلك ومراقبة السلوكيات غير التنافسية في الأسواق كالاحتكار.

5-3-2 أسباب فشل نظام السوق في التخصيص الأمثل للموارد:

يعبر عن هذه الظاهرة بأنها أيضاً الأسباب الداعية لتدخل الحكومة في الاقتصاد أو السوق أو النشاط للزيادة من كفاءته. ولو فحصنا هذه الأسباب لوجدنا أنها هي الأسباب نفسها التي سبق ذكرها على أنها أسباب تدخل الحكومة في الاقتصاد، وهو ما يعني أن الحكومة يفترض بها أن لا تتدخل في الأسواق لتحسين كفاءتها، إلا للأسباب الآتية:

1. لوجود المؤثرات أو المتعديات الخارجية يجب وضع سياسات لتصحيح آثارها.
2. لتوفير سلع وخدمات حيوية مهمة عامة أو شبه عامة أو لا يستطيع القطاع الخاص توفيرها مثل القضاء، والأمن والاتفاقيات الدولية وغيرها.
3. لوجود السلع القابلة للاحتكار الطبيعي التي يجب مراقبة أسعارها مثل الماء والكهرباء وغيرها.
4. لتوفير المعلومات بالتساوي لكل المشاركين.

5-3-3 سياسات تصحيح المتعديات الخارجية:

هناك نوعان من السياسات التي يمكن تطبيقها أو استخدامها لتصحيح أو منع عدم الكفاءة الناجمة عن وجود مؤثرات خارجية، أما باستخدام السيطرة المباشرة من قبل الحكومة أو باستخدام الحوافز المالية عن طريق آليات السوق.

5-3-3-1 السياسات الحكومية لتصحيح المتعديات:

السيطرة المباشرة: عن طريق اللوائح والأنظمة والقوانين والمواصفات والمعايير للسيطرة على أشكال التلوث وأنواع المؤثرات الخارجية.

5-3-3-2 آليات السوق لتصحيح المتعديات الخارجية:

1. أذونات أو سندات متداولة للتلوث: من خلال فرض ضرائب على استخدام أذونات يمكن تداولها والاتجار بها للتلوث، بحيث تقوم الحكومة بتحديد أذونات لمستويات مختلفة من التلوث وتقوم بطرح هذه الأذونات في عملية مزايدة للشركات التي ترغب في هذا المجال، وكذلك بالنسبة لمختلف الاستغلالات أو الاستخدامات المؤثرة على البيئة، وتعتبر أهم ميزة في آلية السوق (السعر) أنها تؤشر للمستهلكين عن تكلفة إنتاج السلعة، وللمنتجين عن مدى رغبة المستهلكين لهذه السلعة.
2. المفاوضات ونظرية كواس: يقترح رونالد كواس أنه في حال عدم تدخل الحكومة، فإنه يمكن من خلال المفاوضات الطوعية بين الأطراف المتأثرة الوصول إلى ظروف تؤدي إلى نتائج كفؤة على اشتراط تدني تكاليف المفاوضات وقصر إجراءاتها.

5-4 المتعديات أو الخارجيات:

تحدث المتعديات أو الخارجيات Externalities غير المقصودة إجمالاً عندما يؤثر نشاط وحدة اقتصادية أو أكثر على تفضيلات أو تقنية أو تكاليف وحدة أو وحدات اقتصادية أخرى.

5-4-1 أنواع المتعديات أو الخارجيات:

ويمكن تلخيص أنواع المتعديات في الأنواع الأربعة الآتية:

أ) متعديات (خارجيات) سلبية تؤدي إلى انخفاض منفعة مستهلك آخر أو انخفاض إنتاجية منتج آخر مثل التلوث.

ب) متعديات (خارجيات) إيجابية تؤدي إلى زيادة منفعة مستهلك آخر أو ارتفاع إنتاجية منتج آخر مثل التشجير.

ت) متعديات (خارجيات) إنتاجية تحدث أثناء عملية الإنتاج لسلعة، وتؤثر في إنتاجها على وحدات اقتصادية أخرى (دخان المصانع).

ث) متعديات (خارجيات) استهلاكية تحدث أثناء عملية الاستهلاك لسلعة، وتؤثر على رفاهية بعض الأشخاص أو الوحدات الاقتصادية نتيجة استهلاك آخرين لسلع أو خدمات معينة مثل التدخين.

تحدث المتعديات إما لأسباب استهلاكية أو لأسباب إنتاجية؛ فالمتعديات الاستهلاكية تحدث في الاستهلاك عندما يكون المستهلك غير مهتم مباشرة بإنتاج أو استهلاك أشخاص آخرين؛ أي إن قراره لاستهلاك سلعة ما تتعدى آثاره إلى أشخاص آخرين سواء أكانوا مستهلكين أو منتجين. فمثلاً الشخص الذي يدخن في مكان ما ويوجد حوله أناس لا يدخنون تتعدى آثار استهلاكه للدخان المنفعة أو الرضى الذي يحصل عليه، إلى الآخرين الذين يتأذون من هذا الدخان، وكذلك عندما يستمع شخص إلى الموسيقى أو الراديو بصوت مرتفع يتعدى تأثيره إلى من حوله.

كما يمكن أن تكون للاستهلاك أيضاً آثار خارجية ولكنها موجبة كتشجير المحيط خارج الأسوار للمنازل وإنارة المنزل من الخارج إذ تتعدى فوائدها المستهلك المباشر ساكن المنزل لتصل إلى الجيران وأهل الحي بنواحٍ إيجابية. كما يمكن أن تكون المتعديات ناتجة بسبب الإنتاج، فهي تحدث عندما يؤدي إنتاج سلعة أو خدمة إلى التأثير على الإنتاج الحدي لمنشآت أو أشخاص آخرين أو إلى تفضيلاتهم. فمثلاً وجود مزرعة تفاح أو برتقال بالقرب من منحلة تعطي آثار متعدية إيجابية للمنحلة بسبب عملية إنتاج المزرعة.

5-4-2 الطرق التطبيقية لقياس المتعديات اقتصادياً:

توضح الأدبيات الاقتصادية أن هناك العديد من الطرق التي يمكن استخدامها لقياس القيمة أو التكلفة للموارد البيئية. ويوضح الجدول الآتي (5-1) أهم الطرق التي تم بحثها واستخدامها لإيجاد قيمة للموارد البيئية مع توضيح لأهم مزاياها وعيوبها.

الجدول (5–1) بعض الطرق التطبيقية لحساب قيمة الموارد البيئية

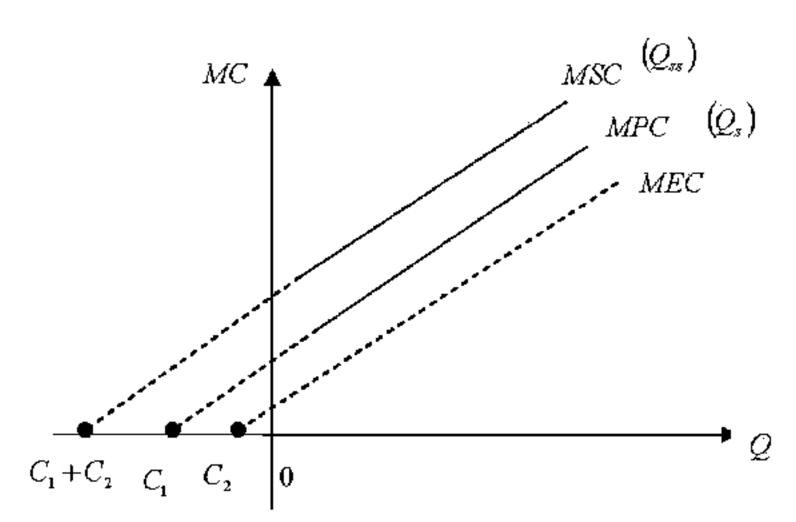
الطريقة	المزايا	العيوب	أنموذج
Contingent Valuation تقييم الطوارئ التي تستخدم الاستبيانات ليعبر الناس عن قيمتهم للمورد.	– مجموعة عريضة من التطبيقات. – يمكن استخدامها للموارد التي تستخدم مجاناً، أو الموارد المعانة.	– المنهج لا يستخدم التعبير التفضيلي للمستهلك (منحنيات السواء). – ربما يكون متحيزاً بسبب استراتيجية نقطة البداية، أو البعد. – مكلف في الإجراء.	– حادثة تلويث أكون فالديز في الاسكا
Hotalling–Clowson Knetsch Method هوتلنج – كلاوسون، تستخدم بيانات عن الزيارات للموقع، المواصفات السكانية وغيرها لقياس دالة المشاركة قياسياً ومن ثم استخراج دالة الطلب.	– المنهج مؤسس نظرياً: يستخدم التعبير التفضيلي للمستهلك (منحنيات السواء). – يوفر إمكانية استخراج دوال طلب. – البيانات تتوفر غالباً. – اعتمادية قوية، إذا طبق بشكل صحيح.	– مجموعة قليلة من التطبيقات الممكنة. – مفيد لمعرفة القيمة للمورد فقط. – ربما تكون النتائج متحيزة إذا كان: هناك تأثير للتزاحم، أو متغير لم ينظر إليه، مواقع بديلة، ذات أكثر من هدف، رحلات، مدة الرحلة.	– القيمة الاقتصادية للتنزه في المتنزهات والحدائق العامة. – القيمة البيئية للمناطق الخالية. – القيمة البيئية للأنهار.
Hedonic Method طريقة هيدونك للملكية. تستخدم في مبيعات المساكن وأسعارها وخواصها لقياس دالة هيدونك. تستخدم بيانات عن البائع	– الأسلوب الأكثر قوة من الناحية النظرية. – تعطي حدوداً قصوى ودنيا لمعدلات الخطأ في التقييم.	– محدودية التطبيق على دوال طلب المرحلة الثانية. – محدودية التطبيق بشكل عام.	– هامش المجازفة على تعرض العمال لبيئة عمل غير صحية.

الطريقة	المزايا	العيوب	أنموذج
والمشتري أيضاً لقياس دالة طلب.	– البيانات المطلوبة متوفرة غالباً. – مصداقية عالية في حالة التطبيق بطريقة صحيحة.		
الأسواق التجريبية Experimental Markets تخضع الأفراد لتجارب يتم تبادل مالي فيها لموارد بيئية.	– منهج مؤسس نظرياً. – المرونة في التطبيق.	– هناك جدل حول هذه الطريقة في الأدبيات الاقتصادية. – مكلف مالياً في تطبيقه. – محدودية التطبيق لاستخراج القيمة.	– تقييم رخص صيد الأسماك. – تقييم رخص الصيد في المحميات. – تقييم رخص التلويث بين المصانع.
طريقة تكاليف السفر Travel Cost؛ تقيس ما يتكلفه الشخص للوصول إلى منطقة معينة.	– طريقة تقديرية. – قد يكون المكان قريباً جداً. – يصلح لبعض التطبيقات.	– لا يصلح لبعض الموارد	– القيمة الاقتصادية للمتنزهات والحدائق العامة. – القيمة الاقتصادية للمناظر الطبيعية والآثار.

5-5 تحليل الرفاهية الاقتصادية:

يعتمد تحليل الرفاهية الاقتصادية على المفاهيم والأسس التي طرحت في الجزء السابق، بالإضافة إلى بعض الأدوات التحليلية مثل فائض المستهلك وفائض المنتج وفائض المجتمع ويتم حسابها من خلال منحنيات التكاليف الخاصة والاجتماعية ومنحنيات الطلب الخاصة والاجتماعية.

الشكل (5-2) منحنيات التكاليف الخاصة والاجتماعية



يوضح الشكل (5-2) كلاً من منحنيات التكاليف الخاصة MPC والتكاليف المتعدية MEC والتكاليف الاجتماعية MSC ، التي يمكن توضيح علاقتها ببعض من خلال المعادلة الآتية:

منحنى التكاليف الاجتماعية = منحنى التكاليف الخاصة + منحنى التكاليف المتعدية

$$MSC = MPC + MEC$$

إذا كان لدينا منحنى تكاليف خاصة لإنتاج سلعة ما، والمقصود بتكاليف خاصة أي إنها التكاليف المباشرة التي تتحملها المنشأة (وهو ما يعبر عنه بمنحنى عرض خاص): $MPC \equiv Q_S = -c_1 + d_1 P$

ولكن هذه السلعة عندما يتم إنتاجها يصدر عن عملية إنتاجها متعديات خارجية، أي إن هناك منحنى تكاليف متعديات لإنتاج هذه السلعة هو: $MEC = -c_2 + d_2 P$

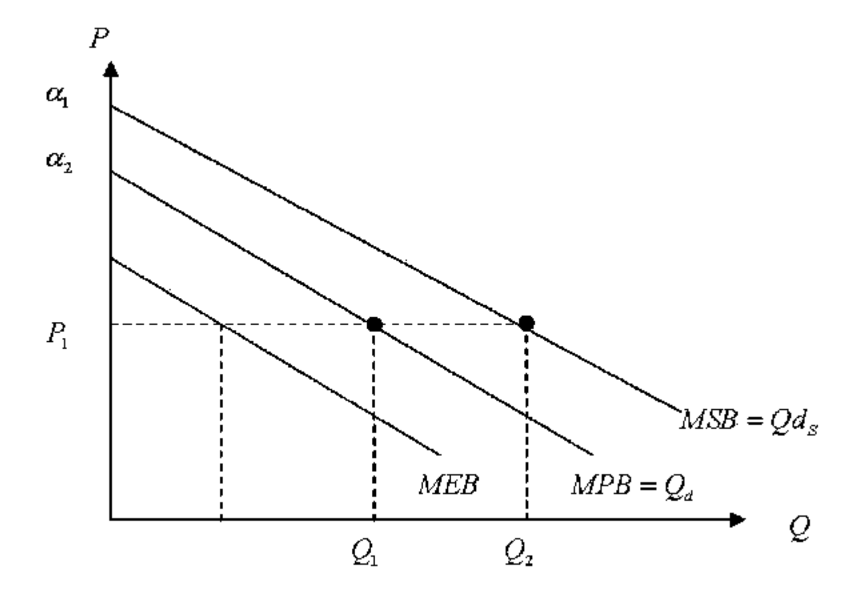
وبناء على أن لدينا منحنى التكاليف الخاصة MPC ومنحنى تكاليف المتعديات MEC ، فيمكننا الآن إيجاد منحنى التكاليف الاجتماعية MSC ، باستخدام العلاقة السابقة. أي إنه يمكن إيجاد منحنى التكاليف الحدية

الاجتماعية أو العرض الاجتماعي MSC وذلك بإضافة المنحنيين الخاص والمتعدي إلى بعضهما أو بعبارة أخرى جمع المعادلتين كما يأتي:

$$MSC = MPC + MEC = -(c_1 + c_2) + \left(\frac{d_1 + d_2}{2}\right)P$$

وتوضح المعادلة السابقة الطريقة التي يمكن من خلالها الوصول إلى منحنى التكاليف الحدية الاجتماعية MSC أو منحنى العرض الاجتماعي (Q_{ss}) الموضح في الشكل السابق.

الشكل (5—3) منحنيات الطلب أو الإيراد الخاص والاجتماعي



يوضح الشكل رقم (5—3) كلاً من منحنيات الطلب الخاص MPB ومنحنى متعديات المنافع MEB ومنحنى المنافع الاجتماعية MSB. حيث يمثل منحنى الطلب الخاص (منحنى المنافع الخاصة) MPB أو Q_d المنافع المباشرة الحاصلة للمستهلك من خلال استهلاكه للسلعة؛ بينما يوضح منحنى متعديات المنافع MEB المنافع المتعدية لمستهلكين آخرين من خلال استهلاك سلعة أو خدمة معينة؛ وعليه يصبح منحنى المنافع الاجتماعية MSB أو منحنى الطلب الاجتماعي (Q_{ss}) ممثلاً لجميع المنافع المباشرة وغير المباشرة للسلعة أو الخدمة.

وبعبارة أخرى فإن منحنى المنافع الاجتماعية MSB = $\left(Q_{ss}\right)$ = منحنى المنافع الخاصة $\left(MPB\right)$ Q_d + منحنى المنافع المتعدية MEB. فإذا كان لدينا منحنى طلب (منافع خاصة) لسلعة ما ممثل في المعادلة الآتية:

$$Q_{d_1} = \alpha_1 - \beta_1 P$$

ولدينا منافع متعدية لاستهلاك هذه السلعة يمكن تمثيلها في المنحنى الآتي:

$$MEB = \alpha_2 - \beta_2 P$$

فلإيجاد منحنى المنافع الاجتماعية أو منحنى الطلب الاجتماعي الموضح في الشكل السابق، نقوم بجمع المنحنيين السابقين كما يأتي:

$$MSB = Q_{d_1} + MEB = \left(\alpha_1 + \alpha_2\right) - \frac{\left(\beta_1 + \beta_2\right)}{2} P$$

مثال

لدينا مصنع إسمنت دالة عرضه (دالة التكاليف الحدية MPC) هي:

$$Q_S = -10 + 0.5P$$

صدر قرار ناتج عن دراسة لمكتب حماية البيئة في بلدية المدينة المجاورة لهذا المصنع أن لهذا المصنع آثاراً بيئية سلبية على المدينة يمكن تقدير قيمة آثارها المتعدية بالدالة

$$MEC = -5 + 0.1P$$

بينما يقدر اختصاصيو السوق أن دالة الطلب (أي منحنى المنافع الخاصة MPB) على إسمنت هذا المصنع هي:

$$Q_d = 50 - 0.5P$$

أوجد التوازن الخاص لهذا المصنع ثم أوجد التوازن الاجتماعي بعد الأخذ في الاعتبار دالة تكاليف المتعديات الحدية MEC لهذا المصنع؛ وحلل الرفاهية الاقتصادية لهذه الحالة وأوجد قيمة الخسائر البيئية للمجتمع نتيجة لوجود هذا التلوث.

الحل:

نقوم برسم المعادلات السابقة في شكل بياني (5–4)، حيث تتضح كل المعادلات السابقة بما فيها معادلة التكاليف الحدية MSC، حيث

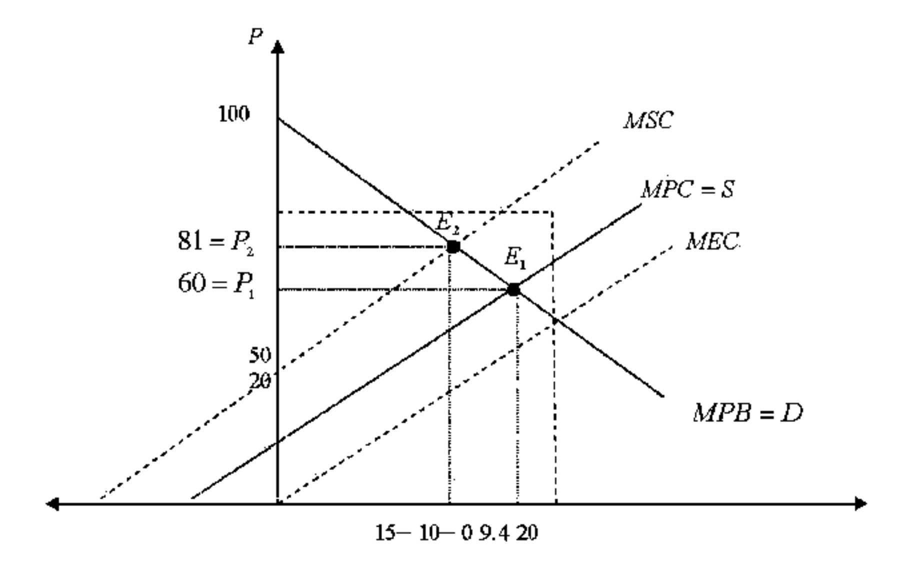
$$MSC = MPC + MEC$$

$$MSC = -(10+5) + \frac{0.5+0.1}{2}P$$

$$MSC = -15 + 0.3P$$

وعليه يتضح أن E_1 هي نقطة التوازن الخاص بينما E_2 هي نقطة التوازن الاجتماعي.

الشكل (5–4) التوازن الاجتماعي



ولإيجاد E_1 نساوي بين العرض الخاص MPC والطلب الخاص MPB أو التكاليف الخاصة والمنافع الخاصة

$$Q_S = Q_d$$

$$-10 + 0.5P = 50 - 0.5P$$

$$P = 50 + 10$$

$$\therefore P^* = 60$$

وهـو السعر التـوازني دون الأخـذ في الاعتبـار تـأثيرات المتعـديات، ويمكـن الحصول على الكمية التوازنية عند E_1 بالتعويض عن السعر التوازني $P = 60$ في إحدى الدالتين السابقتين، حيث:

$$Q = -10 + 0.5(60) = 20$$

$$Q^* = 20$$

بينما نستطيع الحصول على التوازن الاجتماعي E_2 أي ذلك التوازن الذي يأخذ في الاعتبـار جميـع أنـواع التكـاليف والمنـافع مباشـرة أو غـير مباشـرة الـتي يتحملـها المجتمع، وسيكون هذا التوازن عند النقطة E_2 الذي يمكـن الوصول إليه بإيجاد منحنى العرض الاجتماعي MSB أو منحنى التكاليف الاجتماعية:

$$MSC = MPC + MEC$$

$$MSC = -(10 + 5) + \frac{0.5 + 0.1}{2}P$$

$$\therefore\ MSC = -15 + 0.3P$$

ومـن ثـم نـساوي هـذا المنحنـى بمنحنـى المنـافع MPB أو الطلـب للوصـول إلى النقطة E_2 حيث:

$$MSB = MPB$$

$$-15+0.3P=50-0.5P$$

$$0.8P=65$$

$$P=\frac{65}{0.8}$$

وهذا يعني أن السعر التوازني الجديد الذي يأخذ في الاعتبار تأثير المتعديات على المجتمع هو:

$$P^{*}=81$$

وهو السعر التوازني في حالة الأخذ في الاعتبار تكاليف المتعديات، بينما يمكننا الحصول على الكمية التوازنية الجديدة التي تأخذ الأضرار البيئية على المجتمع في الاعتبار وذلك بالتعويض عن السعر الجديد P_2 في دالة العرض الاجتماعي حيث:

$$Q_s=-15+0.3(81)$$

$$Q_s=9.4$$

وهي كمية الإنتاج الاجتماعية التي تأخذ في الاعتبار الأضرار البيئية للعملية الإنتاجية على المجتمع.

مما سبق يمكننا مقارنة حالة التوازن الأولى E_1 أي دون الأخذ في الاعتبار آثار المتعديات مع حالة التوازن الثانية E_2 بعد الأخذ في الاعتبار آثار المتعديات على المجتمع، ومن خلال هذه المقارنة نعرف مستوى تأثير هذه المتعديات على رفاهية المجتمع. الوسيلة إلى ذلك تتلخص في حساب فائض المستهلك الذي يقيس مستوى رفاهية المستهلك من السلعة المراد دراستها وكذلك حساب فائض المنتج الذي يقيس مستوى رفاهية المنتج من إنتاجه لهذه السلعة، ومن ثم معرفة فائض المجتمع الذي يتكون من مجموع فائض المستهلك والمنتج والذي يقيس مستوى رفاهية المجتمع عند نقطة التوازن E_1، أي قبل أخذ تأثير المتعديات في الاعتبار.

ومن ثم تكرير العملية نفسها عند النقطة التوازنية E_2 أي بعد أخذ تأثير المتعديات على المجتمع في الاعتبار ومن ثم المقارنة بين الحالتين. ومن الشكل (5—3) نستطيع قياس فائض المستهلك وفائض المنتج وفائض المجتمع عند نقطة التوازن E_1 كما يأتي:

فائض المستهلك = المنطقة تحت منحنى الطلب وفوق خط السعر

= أي مساحة المثلث الذي زواياه هي (100، E_1، P_1)

= $\frac{1}{2}(20)(40) = 400$

فائض المنتج = المنطقة تحت خط السعر وفوق منحنى العرض أو التكاليف الحدية

= أي مساحة المثلث الذي زواياه هي (P_1، E_1، 20)

= $\frac{1}{2}(20)(40) = 400$

فائض المجتمع = فائض المستهلك + فائض المنتج

= 400 + 400 = 800

ومن الشكل نفسه نستطيع قياس فائض المستهلك وفائض المنتج وفائض المجتمع بعد أخذ أثر المتعديات بالاعتبار أي عند نقطة التوازن الاجتماعي E_2؛

فائض المستهلك = المنطقة تحت منحنى الطلب وفوق خط السعر

= $\frac{1}{2}(9.4)(19) = 89.3$

فائض المنتج = المنطقة تحت خط السعر وفوق منحنى العرض أو التكاليف الحدية

= $\frac{1}{2}(9.4)(31) = 145.7$

فائض المجتمع = فائض المستهلك + فائض المنتج

235 = 145.7 + 89.3 =

خسارة المجتمع بسبب وجود المتعديات الخارجية = الفرق بين فائض المجتمع في الحالة E_1 ، وذلك الذي في الحالة E_2 ، حيث:

خسارة المجتمع = 800–145.7 = 654.3

ونلاحظ من النتائج السابقة أن الانخفاض في فائض المستهلك وفائض المنتج ليست متساوية، بل إن الانخفاض في فائض المستهلك أكبر من الانخفاض في فائض المنتج، نتيجة لوجود المتعديات في هذه الحالة وتكون مجموع الانخفاض يساوي إجمالي الانخفاض في فائض المجتمع.

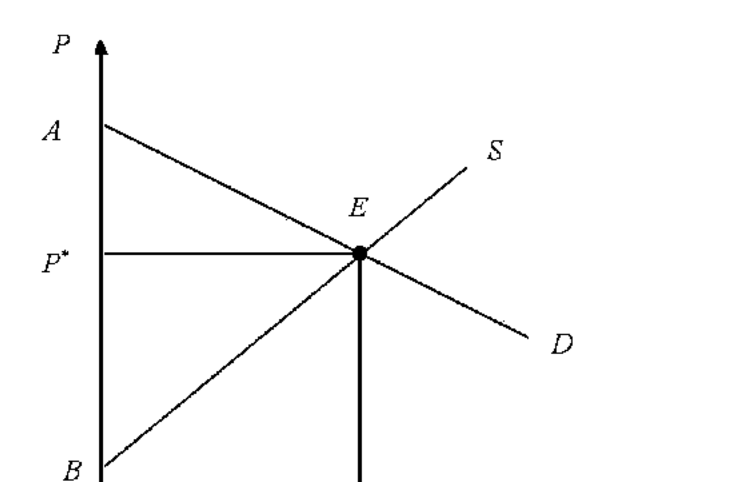
5–6 قياس الرفاهية الاقتصادية:

سنوضح فيما يأتي حالة الرفاه الاقتصادي لثلاث حالات: المنافسة التامة، الاحتكار في البيع، الاحتكار في الشراء، وكما سبق استعراضه فإن قياس الرفاهية الاقتصادية يتم بقياس حجم فائض المنتج وفائض المستهلك الذي يكوّن فائض المجتمع كما يتم قياس التغير في مستوى الرفاهية الاقتصادية بالتغير الحادث في فائض المجتمع نتيجة لوجود المتعديات.

5–6–1 حالة التوازن مع تطابق التكاليف والعائد:

في هذه الحالة لا توجد متعديات، ويوضح الشكل (5–5) حالة التوازن مع تطابق التكاليف والعائد.

الشكل (5—5) حالة التوازن مع تطابق التكاليف والعائد



نلاحظ في هذه الحالة تطابقاً بين منحنى التكاليف الحدية الخاصة والاجتماعية نتيجة لعدم وجود متعديات، بمعنى أن $MSC = MPC$ وأن $MEC = 0$.

وكذلك فإن هنالك تطابقاً بين منحنى المنافع الخاصة ومنحنى المنافع الاجتماعية، بمعنى أن $MPB = MSC$ وأنه لا يوجد متعديات في المنافع. وعليه فإن التوازن الخاص سيتطابق مع التوازن الاجتماعي و $E_2 = E_1$.

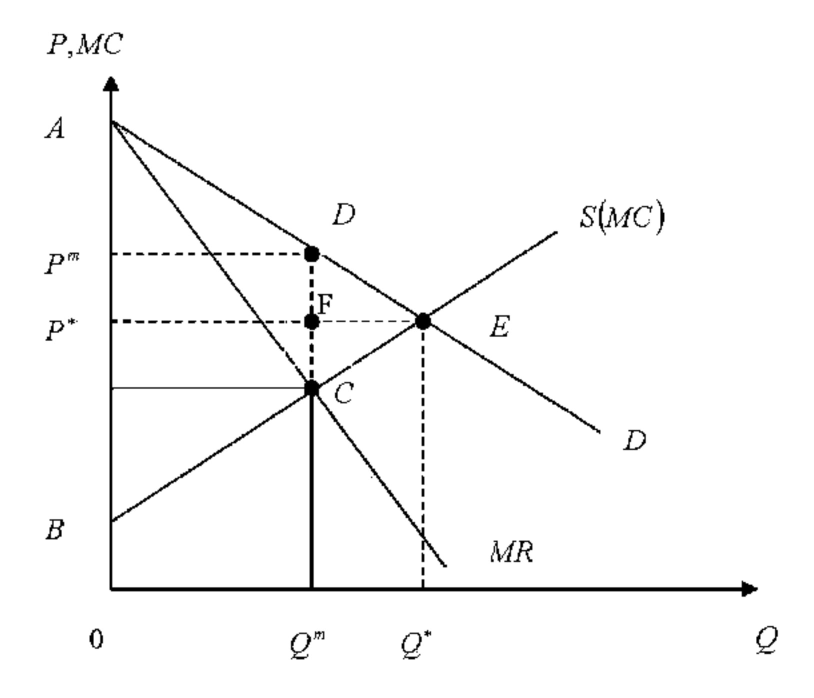
نلاحظ هنا أن المستهلكين مستعدون لدفع ما يساوي المنطقة AEQ^*O أي: المنطقة التي تحت منحنى الطلب، ولكن المستهلكين يدفعون فقط المنطقة P^*EQ^*O . إذن ففائض المستهلك في هذه الحالة يساوي ما هم مستعدون لدفعه مطروحاً منه ما دفعوه فعلاً، ويساوي المثلث P^*AE بينما يكون دخل المنتجين عند بيعهم لكمية Q^* يكون دخلهم P^*EQ^*O ولكن تكلفة إنتاجهم لهذه الكمية Q^* = وهي المنطقة التي تحت منحنى العرض أي: BEQ^*O .

إذن ففائض المنتجين = دخل المنتجين — تكلفة إنتاجهم = المثلث P^*EB

وعليه فإن فائض المجتمع = فائض المستهلك + فائض المنتج = المثلث AEB

5-6-2 حالة عدم كفاءة المحتكر في البيع :

الشكل (5-6) حالة عدم كفاءة المحتكر في البيع



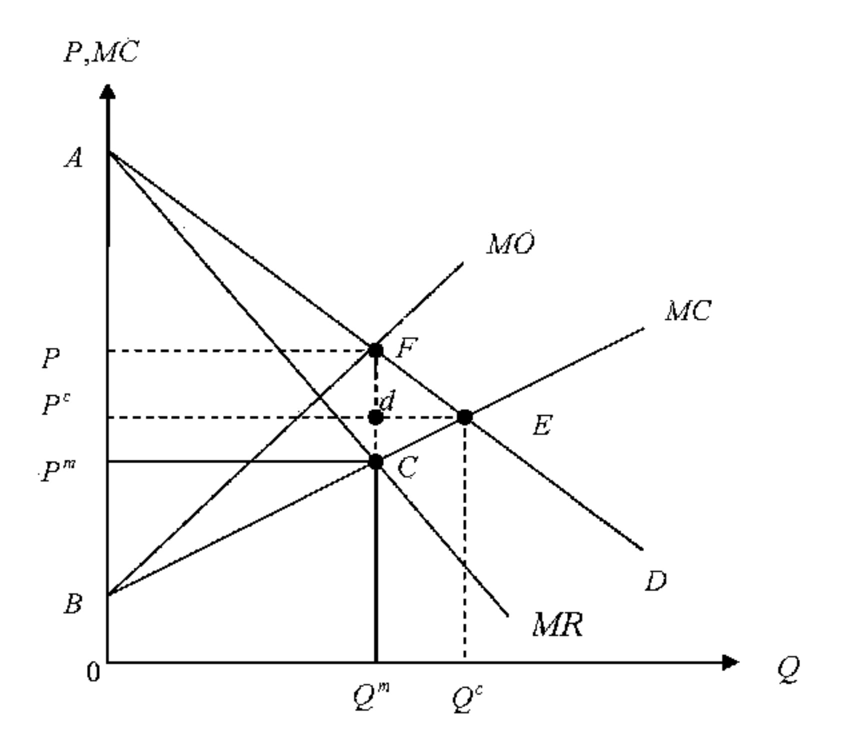
الإنتاج الأمثل في حالة تصرف المحتكر وكأنه في سوق منافسة تامة سيكون عند نقطة التوازن E حيث النقاط Q^* و P^* يمثلان الكمية التوازنية والسعر التوازني في حالة المنافسة التامة. ونلاحظ أن السعر التوازني في هذه الحالة هو $P^* = MC$ ، وأن فائض المستهلك في حالة المنافسة التامة ستكون المساحة AEP^* بينما يكون فائض المنتج P^*EB وعليه فإن فائض المجتمع يساوي المثلث AEB في حالة المنافسة التامة.

ولكن المحتكر ينتج حيث يتقاطع الإيراد الحدي MR مع التكاليف الحدية MC أي: حيث $MC = MR$ أي: عند النقطة C ، لاحظ أن إنتاج المحتكر في هذه الحالة هو Q^m وفي هذه الحالة فإن $Q^* > Q^m$

وسيكون سعر المحتكر P^m حيث $P^* < P^m$ ، وحيث $MC < P^m$. حيث يقوم المحتكر بمساواة MR و MC ويتم تحديد الكمية للمحتكر Q^m عند نقطة التقاطع بين MR و MC ومن ثم يحدد سعره لهذه الكمية Q^m على منحنى الطلب، أي: عند P_m. وبذلك فإن فائض المستهلك في حالة الاحتكار ستساوي المنطقة ADP^m ، أي: المنطقة التي تحت منحنى الطلب وفوق خط السعر، بينما فائض المنتج سيساوي $P^m DCB$ ، أي: المنطقة التي تحت خط السعر وفوق منحنى العرض. وبذلك يكون فائض المجتمع المنطقة $ADCB$ ، مما يعني ضياع جزء من الرفاهية على المجتمع نتيجة للاحتكار، وهو ما يمكن حسابه عن طريق حساب فائض المجتمع في ظل المنافسة التامة مطروحاً منه فائض المجتمع في ظل الاحتكار وهو المنطقة الممثلة في المثلث DEC.

5-6-3 حالة عدم كفاءة المحتكر في الشراء (أي: وجود مشترٍ واحد فقط):

الشكل (5-7) حالة عدم كفاءة المحتكر في الشراء



في المنافسة التامة يكون التوازن عند تقاطع الطلب D مع التكاليف MC أي عند النقطة E حيث تكون الكمية التوازنية هي Q^c ، والسعر التوازني هو P^c ؛ بينما في حالة محتكر الشراء الذي يرغب في تخفيض سعر الشراء وهو على معرفة بالتكاليف الحدية للمنتج، لذا لو قام بتخفيض كمية الشراء من Q^c إلى Q^m حيث يتساوى الإيراد الحدي مع كلفة الإنتاج الحدية $MC = MR$ عند نقطة الإنتاج Q^m ، وبذلك يكون السعر P^m هو السعر الذي يدفعه المحتكر في الشراء للمنتج، ليحصل المشتري المحتكر بذلك على ربح احتكاري قدره $P - P^m$ نتيجة لأنه هو المشتري الوحيد للسلعة. المحتكر المشتري في هذه الحالة يكسب كمبلغ إضافي المستطيل $P^c dCP^m$ من فائض المجتمع؛ أما في حالة كون المشتري تصرف كأنه في سوق منافسة تامة، أي إن توازنه كان عند النقطة E فإن فائض المستهلك يساوي AEP^c .

فائض المجتمع في حالة التصرف على أنه محتكر في الشراء أي عند نقطة توازن C =

المحتكر يكسب في هذه الحالة = $P^c dCP^m - FEd$

المنتج يخسر في هذه الحالة = $P^c EB - P^m CB$

∴ مجموع الخسارة في الرفاهية الاجتماعية = FEC

بينما فائض المستهلكين = AFP

وفائض المنتجين = $P^m CB$

وربح محتكر الشراء = $PFCP^m$

إذن ففائض المجتمع = فائض المستهلكين + فائض المنتجين + فائض المحتكر = $AFCB$

أما ما يخسره المجتمع؛ أي: الخسارة في الرفاهية الاقتصادية بسبب وجود محتكر شراء = FEC

وهذه الخسارة تمثل الفرق بين حجم فائض المجتمع في حالة المنافسة التامة و وحجم فائض المجتمع في حالة المحتكر للشراء.

5-6-4 المتعديات أو الخارجيات وفشل نظام السوق والسياسات العامة:

وجود المتعديات في سوق هو نوع من أنواع فشل نظام السوق، وهي أحد مسببات عدم كفاءة السوق، فعندما توجد هناك متعديات – بحيث لا تعكس الأسعار النسبية السائدة في السوق التكاليف الحدية الحقيقية MSC أو العائد الحدي الحقيقي MSB للسلع والخدمات – فإن السوق الحرة لن تكون سوقاً تنافسية في هذه الحالة ولن تحقق أفضلية بريتو (أي بعبارة أخرى لن تحقق الكفاءة الاقتصادية) في ظل وجود هذه المتعديات. لأن الأفراد يتصرفون بناءً على أساس منافعهم الشخصية المباشرة في ظل هذه المتعديات، ولن تكون لديهم الحوافز الصحيحة (الحقيقية) لكي يعظموا الفائض الكلي للمجتمع.

اليد الخفية التي تحدث عنها آدم سميث في كفاءة نظام السوق لن تعمل في هذه الحالة، بل على العكس ستدفع اليد الخفية أي آلية السوق الأفراد والوحدات الاقتصادية الأخرى ربما في اتجاهات خاطئة تؤدي إلى انخفاض رفاهية المجتمع الكلية. لذلك يجب أن تتدخل الحكومات لكي تصحح هذه المتعديات الاقتصادية ولتتحقق من تصحيح التشوهات الحادثة في نظام السوق. كما سبق أن ذكرنا أن المتعديات ربما تكون ذات علاقة بالإنتاج أو بالاستهلاك أو بكليهما وكذلك ربما تكون متعديات سالبة أو موجبة.

مثال:

مصنع له دالة منحنى عرض لمنتجاته هي: $Q_S = -2 + P$ وله دالة طلب هي: $Q_d = 16 - P$

1. احسب سعر وكمية التوازن لهذا المصنع مع الرسم. وماذا تسمي التوازن في هذه الحالة؟
2. احسب فائض المستهلك وفائض المنتج وقيمة مجموع فائض المجتمع.

3. إذا كانت هناك متعديات خارجية لإنتاج هذا المصنع نتيجة التلوث الناتج عن مخلفات هذا المصنع التي لا يتم التخلص منها بشكل سليم، تجعل منحنى العرض الاجتماعي يصبح $MSC \equiv Q_{ss} = -4 + 0.6P$

4. احسب سعر وكمية التوازن في هذه الحالة مع الرسم. وماذا تسمي التوازن في هذه الحالة؟

5. احسب فائض المستهلك وفائض المنتج ومجموع فائض المجتمع في هذه الحالة.

6. احسب الوزن الضائع من الرفاه الاجتماعي بسبب وجود هذه المتعديات.

الحل:

1) نقوم أولاً بإيجاد التوازن في حالة عدم أخذ المتعديات بالاعتبار وهو ما نسميه بالتوازن الخاص:

$$Q_d = Q_S$$

$$16 - 1P = -2 + P$$

$$18 = 2P$$

وبذلك يكون السعر التوازني $P^* = 9$

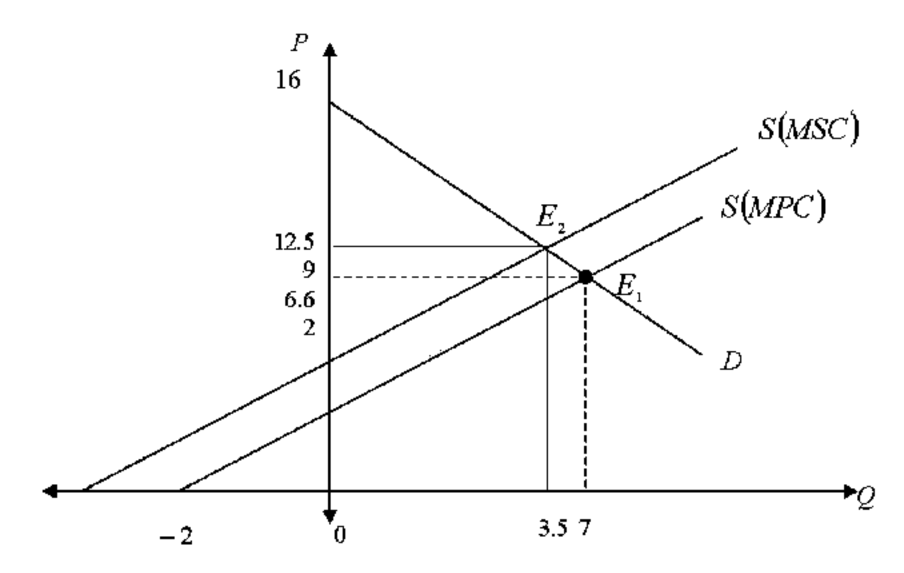
ونعوض عنه في إحدى الدالتين للحصول على الكمية التوازنية.

$$Q_d = 16 - 9 = 7$$

∴ الكمية التوازنية $Q^* = 7$

ويوضح الشكل (5–8) التوازن الخاص عند E_1.


الشكل (5–8) التوازن وفائض المنتج وفائض المستهلك وفائض المجتمع



2) نقوم بحساب فائض المستهلك والمنتج والمجتمع في هذه الحالة:

فائض المستهلك = $24.5 = 7 * (9 - 16)\frac{1}{2}$

فائض المنتج = $24.5 = 7 * (2 - 9)\frac{1}{2}$

∴فائض المجتمع = $49 = 24.5 + 24.5$

3) في حالة أخذ المتعديات بالاعتبار نحسب الكمية والسعر التوازنيين عند نقطة التوازن الاجتماعي E_2 :

$$Q_d = Q_s$$

$$16 - P = -4 + 0.6P$$

$$\frac{20}{1.6} = P$$

السعر التوازني:

$$P^* = 12.5$$

$$Q^* = 16 - 1(12.5) = 3.5$$

وهذا يعني أن الكمية التوازنية:

$$Q^* = 3.5$$

4) فائض المستهلك = $6.13 = 3.5 * (12.5 - 16)\frac{1}{2}$

فائض المنتج = $10.22 = 3.5 * (6.66 - 12.5)\frac{1}{2}$

∴فائض المجتمع = $16.35 = 10.22 + 6.13$

5) الرفاه الاجتماعي الضائع بسبب وجود المتعديات = فائض المجتمع دون متعديات ناقصاً منه فائض المجتمع مع وجود المتعديات

$$= 32.65 = 16.35 - 49$$

مثال آخر:

مصنع إسمنت له دالة منحنى طلب هي: $P_d = 25 - Q^2$ ، ودالة منحنى عرض هي: $P_s = 2Q + 1$ فإذا علمت أن التوازن يعني $Q_d = Q_s$ فأجب عما يأتي:

أ) احسب سعر وكمية التوازن لهذا المصنع.

$$\because Q_d = Q_s$$

$$2Q + 1 = 25 - Q^2$$

$$Q^2 + 2Q - 24 = 0$$

$$(Q + 6)(Q - 4) = 0$$

وعليه فإن كمية التوازن:

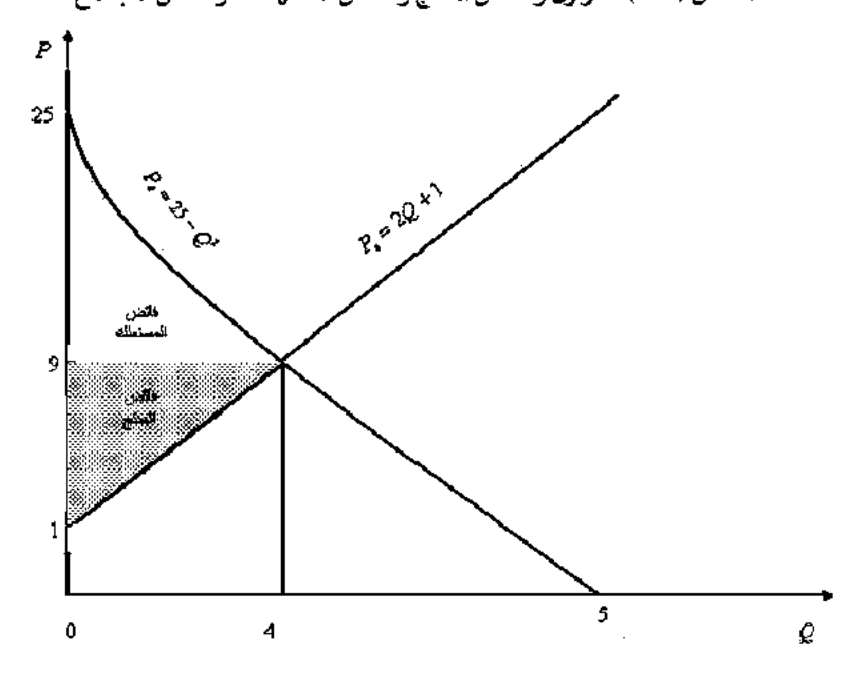
$$\boxed{\therefore \overline{Q} = 4}$$

وبالتعويض في أي من دالتي العرض أو الطلب نحصل على سعر التوازن:

$$\therefore \overline{P} = 9$$

ويوضع الشكل (5–9) دوال الطلب والعرض وسعر وكمية التوازن:

الشكل (5–9) التوازن وفائض المنتج وفائض المستهلك وفائض المجتمع



ب) احسب فائض المستهلك وفائض المنتج وفائض المجتمع؟

لحساب فائض المنتج وفائض المستهلك نستخدم طريقة التكامل Integration Method حيث إن الطلب دالة غير خطية، وهناك أكثر من أسلوب لتطبيق طريقة التكامل.

فائض المستهلك Consumer Surplus هو المساحة الواقعة أسفل منحنى الطلب وفوق السعر التوازني، أي: المنطقة المحصورة بين منحنى الطلب وسعر التوازن.

$$\because CS = TR - \left(\overline{P}\,\overline{Q}\right)$$

$$\because CS = \int_{0}^{\overline{Q}} \left(P_d\right) dQ - \left(\overline{P}\,\overline{Q}\right)$$

$$\therefore CS = \int_0^4 \left(25 - Q^2\right) dQ - \left(\overline{P}\,\overline{Q}\right) = \left[25Q - \tfrac{1}{3}Q^3\right]_0^4 - (4 \times 9)$$

$$CS = 78.67 - 36$$

وهذا يعني أن فائض المستهلك يساوي:

$$\boxed{\therefore CS = 42.67}$$

فائض المنتج Producer Surplus هو المساحة الواقعة أعلى منحنى العرض وتحت السعر التوازني، أي المنطقة المحصورة بين منحنى العرض وسعر التوازن، ويمكن إيجاد فائض المنتج بنفس الطريقة مع ملاحظة حساب تكامل دالة العرض بدلاً من دالة الطلب، حيث:

$$\because PS = \left(\overline{P}\,\overline{Q}\right) - TC$$

$$\because PS = \left(\overline{P}\,\overline{Q}\right) - \int_0^{\overline{Q}} \left(P_s\right) dQ$$

$$\because PS = \left(\overline{P}\,\overline{Q}\right) - \int_0^4 (2Q + 1) dQ = 36 - \left[Q^2 + Q\right]_0^4$$

$$PS = 36 - 20$$

وهذا يعني أن فائض المنتج يساوي:

$$\boxed{\therefore PS = 16}$$

فائض المجتمع Social Surplus هو مجموع فائض المنتج وفائض المستهلك، وهو المساحة المحصورة بين منحنى العرض ومنحنى الطلب، ويمكن حساب فائض المجتمع بجمع فائض المنتج مع فائض المستهلك حيث:

$$\therefore PCS = 42.67 + 16$$

وهذا يعني أن فائض المجتمع يساوي:

$$\boxed{\therefore PCS = 58.67}$$

أو: باستخدام طريقة التكامل ويوجد أكثر من أسلوب لها نذكر منها تكامل دالة التوازن مباشرة:

$$\because PCS = \int_0^4 \left(Q^2 + 2Q - 24\right) dQ$$

$$\because PCS = \left[\tfrac{1}{3}Q^3 + Q^2 - 24Q\right]_0^4$$

$$\because PCS = 0 - (21.3333 + 16 - 96)$$

وهذا يعني أن فائض المجتمع يساوي:

$$\boxed{\therefore PCS = 58.67}$$

ج) إذا كانت هناك متعديات خارجية لإنتاج الإسمنت نتيجة التلوث الناتج من مخلفات المصنع تجعل منحنى العرض الاجتماعي يصبح: $P_s = (Q+1)^2$ احسب سعر وكمية التوازن في هذه الحالة؟

$$\because Q_d = Q_s$$

$$(Q+1)^2 = 25 - Q^2$$

$$Q^2 + 2Q + 1 = 25 - Q^2$$

$$2Q^2 + 2Q - 24 = 0$$

$$2(Q^2 + Q - 12) = 0$$

$$2((Q+4)(Q-3)) = 0$$

وعليه فإن كمية التوازن في هذه الحالة:

$$\boxed{\therefore \overline{Q} = 3}$$

وبالتعويض في أي من دالتي العرض أو الطلب نحصل على سعر التوازن:

$$\boxed{\therefore \overline{P} = 16}$$

د) احسب الوزن الضائع من الرفاه الاجتماعي بسبب وجود هذه المتعديات موضحاً مقترحاتك على واضعي السياسات ليتم تصحيح آثار هذه المتعديات على المجتمع.

لحساب حجم الخسارة في الرفاهية الاقتصادية بسبب تغير دالة العرض نقوم بإيجاد فائض المجتمع بعد وجود هذه المتعديات، حيث:

$$\because PCS = \int_0^3 \left(2Q^2 + 2Q - 24\right)dQ$$

$$\because PCS = \left[\tfrac{2}{3}Q^3 + \tfrac{1}{3}Q^3 - 24Q\right]_0^3$$

$$\because PCS = 0 - \left(18 + 9 - 72\right)$$

وهذا يعني أن فائض المجتمع في حالة وجود متعديات يساوي:

$$\boxed{\therefore PCS = 45}$$

وعليه فإن حجم الخسارة في الرفاهية الاجتماعية = فائض المجتمع في حالة عدم وجود متعديات – فائض المجتمع في حالة وجود متعديات

$58.67 - 45$ =

حجم الخسارة في الرفاهية الاجتماعية = 13.67

وعليه فإن المقترحات التي يمكن طرحها على واضعي السياسات ليتم تصحيح آثار هذه المتعديات على المجتمع، بأن يتم فرض ضريبة على مصنع الإسمنت تساوي حجم المتعديات التي يتحملها المجتمع نيابة عن المنتج الذي يقوم بالإنتاج.

تمارين الفصل الخامس

س1) عرف ما يأتي مستعيناً بالرسم متى ما لزم:

أ) الفرق بين التكاليف الخاصة والاجتماعية.

ب) الفرق بين العائد الخاص والعائد الاجتماعي.

ت) النظرية الرئيسة للرفاهية الاقتصادية.

ث) الأسباب التي تدفع الحكومات للتدخل في الأسواق.

س2) أجب عما يأتي:

أ) ما هو شرط بريتو للتخصيص الأمثل للموارد؟

ب) أسباب فشل نظام السوق في تخصيص الموارد تخصيصاً أمثل؟

ت) ما هي أنواع الوفورات الاقتصادية الخارجية مع ذكر مثال لكل منها؟

س3) لنفترض أن لدينا أنموذجاً لسوق سلعة أو مورد ما حيث:

$$Q_d = Q_S$$
$$Q_d = 10 - P$$
$$Q_S = -1 + P$$

أولاً: حل هذا الأنموذج بالطريقة الرياضية مستخرجاً جميع المطلوبات في ثانياً.

ثانياً: مستخدماً (جداول اكسل) لاستخراج السعر P وكمية الطلب Q_d وكمية العرض Q_S التوازنية مع إيجاد ما يأتي:

أ) قيمة فائض المستهلك وقيمة فائض المنتج مع الرسم.

ب) قيمة مجموع الفائض للمجتمع.

ت) الآن افترض أن هناك متعديات خارجية تؤثر في دالة العرض بحيث تصبح دالة العرض الاجتماعية بعد إدخال تكاليف المتعديات هي:

$Q_S = -5 + 0.5P$ الآن احسب (أ) و (ب) و (ت) في هذه الحالة وحدد الرفاه الاجتماعي الضائع للمجتمع.

س4) لنفترض أن لدينا أنموذجاً لسوق سلعة أو مورد ما حيث:

$$Q_d = Q_S$$
$$Q_d = 10 - P$$
$$Q_S = -1 + P$$

أ) ما هي القيمة العظمى لـ Q_d؟ ولـ Q_s، ولـ P؟

ب) احسب قيمة فائض المستهلك عند P؟

ت) احسب قيمة فائض المنتج عند P؟

ث) احسب قيمة مجموع الفائض للمجتمع؟

س5) افترض وجود متعديات اقتصادية في السؤال السابق تؤثر على جانب العرض. أي توجد تكاليف وفورات لم يتم إدخالها في الحالة السابقة، بحيث يصبح منحنى العرض بعد إدخال تكاليف المتعديات الخارجية MEC هو:

$$Q_{SS} = -1.5 + 1.25P$$

س6) لنفترض أن لدينا أنموذجاً لسوق سلعة أو مورد ما حيث:

$$Q_d = Q_S$$
$$Q_d = \alpha_1 - \alpha_2 P$$
$$Q_S = -b_1 + b_2 P$$

حيث: $\alpha_1 = 10$ و $\alpha_2 = 1$ و $b_1 = 1$ و $b_2 = 1$

أولاً: حل هذا الأنموذج بالطريقة الرياضية مستخدماً (جداول أكسل) لاستخراج السعر P وكمية الطلب Q_d وكمية العرض Q_S التوازنية مع إيجاد ما يأتي:

أ) قيمة فائض المستهلك وقيمة فائض المنتج مع الرسم.

ب) قيمة مجموع الفائض للمجتمع.

ت) الآن افترض أن هناك متعديات خارجية تؤثر على دالة العرض بحيث تصبح دالة العرض الاجتماعية بعد إدخال تكاليف متعديات هي: $Q_S = -c_1 + c_2 P$ حيث $c_1 = 1.5$ و $c_2 = 1.25$ الآن احسب (أ) و (ب) في هذه الحالة وحدد الرفاه الاجتماعي الضائع للمجتمع.

س7) مصنع للإسمنت له دالة منحنى عرض هي: $Q_S = -2 + P$ وله دالة طلب هي: $Q_d = 2 - 1.5P$.

أ) احسب سعر وكمية التوازن لهذا المصنع؟

ب) احسب فائض المستهلك وفائض المنتج وقيمة مجموع فائض المجتمع؟

ت) إذا كانت هناك متعديات خارجية لإنتاج الإسمنت نتيجة التلوث الناتج من مخلفات المصنع تجعل منحنى العرض الاجتماعي يصبح: $MSC \equiv Q_{SS} = -4 + 0.5P$ احسب سعر وكمية التوازن في هذه الحالة مع الرسم.

ث) احسب فائض المستهلك وفائض المنتج ومجموع فائض المجتمع في هذه الحالة.

ج) احسب مستوى الخسارة في الرفاهية الاقتصادية للمجتمع بسبب وجود هذه المتعديات.

ح) ما هي مقترحاتك على واضعي السياسات ليتم تصحيح آثار هذه المتعديات على المجتمع، موضحاً إجابتك بالرسم والأرقام.

س8) ما هي نظرية كواس؟

مراجع الفصل الخامس

- Atkinson, A. J. Stiglitz (1989) Lectures Public Economics. McGRAW–Hill Pren.
- Bator, F.M, "The Anatomy of Market Faliure" QJE, Vol. 70, No.3, 1958.
- Coase, R.H. "The Problem of Social Cost." Journal of Law and Economics 44.1960 3:1.
- Cornes, R. and T. Sandler (1986); the Theory of Externalities, Puplic Goods and Club Goods. Cambridge University Pren.
- Field Barry C. and Martha Field. Environmental Economics: An Introduction. Third Edition. Section 5. McGraw Hill, Boston. 2002.
- Just R.E, D Hueth and A. Schmitz (1982), Applied Welfare Economics and Puplic Policy, Prentice–Hall, lnc; N.J.
- Starrett, David (1988) Foundations of Public Economics. Cambridge University Pren.
- Tietenberg, T. (1992) environmental and Natural Resources Economics, New York: Harper– Collins.
- Kolstad, Chrls.2000, Environmental Economics Oxford.
- Perman, Roger; James McGilvary and Michal common. 1999. England.

الفصل السادس

الموارد البشرية

Human Resources

- مقدمة.
- ماهية الموارد البشرية.
- علاقة الموارد البشرية بالموارد الاقتصادية الأخرى.
- أدبيات النمو السكاني.
- العلاقة بين النمو الاقتصادي والنمو السكاني.
- حجم الموارد البشرية.
- المضاعف الزمني للسكان.
- معدل العمالة إلى السكان.
- المؤشرات المهمة للموارد البشرية.
- سكان المملكة العربية السعودية.
- تحديات ومعوقات تنمية الموارد البشرية.
- طرق ووسائل تنمية الموارد البشرية.
- تمارين الفصل السادس.
- مراجع الفصل السادس.

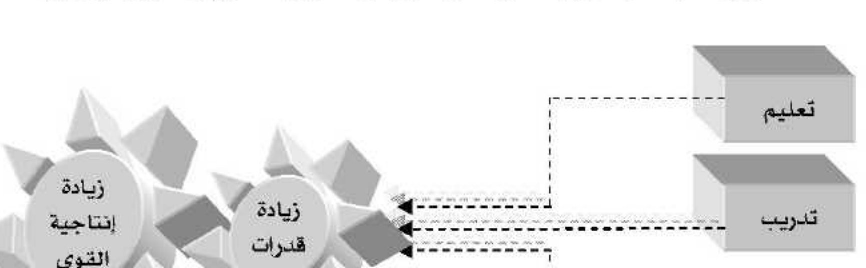
6–1 مقدمة :

يهدف هذا الفصل إلى التعريف بالدور الاقتصادي للموارد البشرية، وأهميته وكيفية إسهام الموارد البشرية في التنمية الاقتصادية، بالإضافة إلى استعراض العلاقة بين الموارد البشرية والموارد الاقتصادية الأخرى؛ كما يقدم الفصل النظريات المختلفة حول آثار النمو السكاني على التنمية، موضحاً أهم العلاقات الرياضية المختلفة حول السكان التي تعد ذات أهمية من وجهة نظر التخطيط الاقتصادي أو الموارد وكفاءة استغلالها، كذلك يستعرض الفصل وبشكل سريع أهم ملامح السكان في المملكة العربية السعودية، مع استعراضه لأهم التحديات ومعوقات تنمية الموارد البشرية، وطرق ووسائل تنميتها.

6–2 ماهية الموارد البشرية :

تعرف الموارد البشرية بأنها حجم القوى العاملة لبلد ما، وتعتمد فعالية هذه الموارد على مستوى التعليم والتدريب لهذه القوى. فكلما ارتفع المستوى الفني والمهاري للموارد البشرية زادت إنتاجية هذه الموارد في الاقتصاد الوطني. وتمثل الموارد البشرية العنصر الأهم من عناصر الإنتاج في أي اقتصاد، كما يمثل النمو السكاني من الناحية النظرية محفزاً للنمو الاقتصادي، كما أن السكان والنمو السكاني يمثلان أيضاً عبئاً على الاقتصاد، حيث إنهما بقدر ما يمثلان قدرة إنتاجية أكبر للاقتصاد، فهما أيضاً يمثلان أعداداً أكبر تحتاج إلى غذاء أكثر وإلى كسوة أكثر، وخدمات سكن، ومياه وكهرباء، وتعليم وصحة أكثر، وفرص عمل، وغير ذلك من السلع والخدمات. من هنا كانت تلك النظرة التشاؤمية التي فجرها تاموس مالتوس (1778م) عن تزايد أعداد السكان في العالم بمتوالية هندسية تتعدى نمو الغذاء الذي ينمو بمتوالية عددية. وما يمثله تزايد عدد السكان من انخفاض في متوسط دخل الفرد وفي متوسط نصيب الفرد من رأس المال، وغير ذلك من الخدمات والسلع الأخرى. بل يرى المخططون أن تنمية الموارد البشرية وتخطيطها واستغلالها بشكل فعّال يعد حجر الزاوية في التنمية الشاملة والمستدامة. بل يمكن اعتبار تنمية الموارد البشرية من خلال التعليم والتدريب والممارسة استثماراً طويل الأجل ضرورياً لأي اقتصاد على المدى الطويل يؤدي إلى زيادة قدراته الإنتاجية.

الشكل (6–1) العلاقة بين القدرات الإنتاجية ومستوى التعليم والتدريب والممارسة

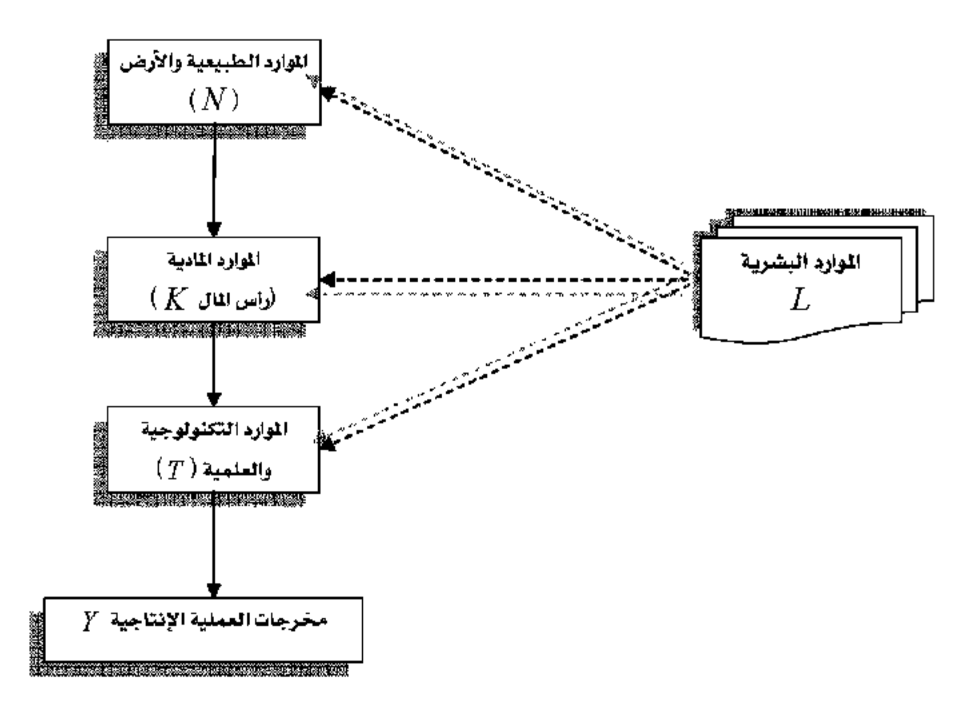


6–3 علاقة الموارد البشرية بالموارد الاقتصادية الأخرى:

تكمن أهمية الموارد البشرية في كونها عنصراً من عناصر الإنتاج الأساسية اللازمة للنمو، ويأتي دور الموارد البشرية باعتبارها المصدر الرئيس لعنصر العمل، كما إنها تمثل مصدراً رئيساً للطلب الفعّال في الاقتصاد، وكلما ارتفع المستوى النوعي والتأهيل الفني للموارد البشرية، أدى ذلك إلى زيادة كفاءة استغلال العناصر الاقتصادية الأخرى الأمر الذي يؤدي إلى زيادة القدرة الإنتاجية، وتتضح علاقة الموارد البشرية L بالموارد الاقتصادية الأخرى من كونها عنصراً إنتاجياً مهماً من عناصر الإنتاج يتفاعل مع أي حجم من الموارد الطبيعية N، ورأس المال K، والمستوى التقني T لتحقيق زيادة كبيرة في الرفاهية الاقتصادية للمجتمع ككل، حيث إن كفاءة الوظائف الاقتصادية الرئيسة من إنتاج وتبادل واستهلاك وما يرتبط بها من وظائف أخرى من ادخار واستثمار وبناء طاقات إنتاجية جديدة (بهدف تعظيم الرفاهية الاقتصادية للمجتمع ككل)، إنما يتوقف في النهاية على حجم ونوع القوى العاملة الداخلة في الإنتاج. ويمكن القول إن الموارد الطبيعية لا يمكن أن تكون لها قيمة أو منفعة أو ثمن اقتصادي إلا من خلال اكتشافها بواسطة عقل الإنسان وجهده، واكتشاف الحاجة إليها وإلى المنتجات أو الخدمات التي تستخدم هذه الموارد في إنتاجها. وبالتالي تؤدي زيادة كمية ونوعية الموارد البشرية L إلى زيادة كمية ونوعية مستوى الإنتاج Y، من خلال تفاعل هذا العنصر

مـع عناصـر الإنتـاج الأخـرى مثـل عنـصر رأس المـال K وعنـصر المـوارد الطبيعيـة N، المستوى التقني T حيث: $Y = f(K, L, N, T)$ ، ويوضح شكل (6–2) علاقة الموارد البشرية بالموارد الاقتصادية الأخرى.

الشكل (6–2) علاقة الموارد البشرية بالموارد الاقتصادية الأخرى



بـل يمكـن القـول إن عنـصر العمـل نوعـاً وكمـاً يقـوم بالـدور الحيـوي في كـل مراحـل العمليـة الإنتاجيـة المختلفـة؛ فهـو الـذي يقـوم باكتـشاف واسـتغلال المـوارد الطبيعية N ، وهو الذي يقوم بتحديد آليات وأنواع الموارد لرأس المال K ، وهو الذي طور نفسه أيضاً لاستخدام التقنيات المناسبة T لمزج العوامل السابقة للوصول إلى أقصي إنتاج ممكن Y.

6–4 أدبيات النمو السكاني:

لقـد ظلـت المـشكلة الـسكانية تـراود المجتمـع الـدولي لمـدة طويلـة، فمـؤتمر القـاهرة العـالمي للسكان والتنميـة (سـبتمبر 1994م) طـرح أن هـدف المـؤتمر الوصـول إلى رؤيـة متفـق عليهـا حـول العلاقـة بـين الـسكان والتنميـة للعـشرين سـنة القادمـة.

وكانت الرؤية السائدة في المؤتمر، أن النمو السكاني السريع والتنمية الاقتصادية ظاهرتان متضادتان، حيث إنها تؤدي إلى الفقر والمديونية وعدم الاستقرار الاقتصادي والاجتماعي والسياسي وهو الأقرب للحدوث مع النمو السكاني السريع، والسياسة السكانية التي لا تنظر إلى عدد السكان الإجمالي كظاهرة وتنظر إلى انخفاض الخصوبة كهدف ثانوي للأهداف الأخرى قاصرة ولن تساعد على التنمية.

المعادلة العالمية السكانية تبدو واضحة للعيان، ورسالتها كذلك، فعدد سكان العالم كان بليون نسمة عام 1800م، ثم زاد إلى 2.5 بليون نسمة عام 1950م، وهو الآن يزيد عن 6.5 بليون نسمة. فبينما استغرق العالم 150 سنة لإضافة البليون الثاني من السكان بعد 1800 سنة للبليون الأول، استغرق إيجاد البليون الرابع من السكان فقط 15 سنة بعد عام 1960م، وهذا إن دل فإنما يدل على النمو السكاني السريع والمطرد.

هذه الظاهرة في نمو سكان العالم هو ما حذر منه توماس مالتوس (1778م) حيث أشار إلى أن "قوة السكان بلا شك أكبر من قدرة الأرض لإنتاج الغذاء للإنسان"، حيث ينمو الغذاء بمعادلة عددية، بينما ينمو السكان بمعادلة هندسية. ولكن التطور الاقتصادي الحديث بعد نهاية الحرب العالمية الثانية أدى إلى نمو في الدخل الفردي لم يسبق له مثيل، وإلى نمو في مستوى المعيشة للفرد مما أدى إلى انخفاض الاهتمام بالمشكلة السكانية. إلا أن تسارع معدلات النمو السكاني بعد عام 1960م، وظهور المجاعات، وتزايد معدلات الفقر، وعدم الاستقرار، أعاد إلى المسرح الاقتصادي والسياسي والاجتماعي العالمي هذه المشكلة وعلاقتها بالتنمية الشاملة، وأنعش الحياة في فكرة مالتوس سابقة ذكر.

ولقد اعتبرت سنوات 1976—1994م سنوات الاهتمام بالمرأة في المعادلة السكانية من قبل منظمة الأمم المتحدة، (الأمم المتحدة 1992م)، حيث أكد التقرير الصادر عن الأمم المتحدة على دور المرأة الاقتصادي والاجتماعي الذي يمكن أن تلعبه في مجتمعاتها، والنصيب غير العادل الذي تحصل عليه مقارنة بالرجل من العملية

التنموية في كثير من المجتمعات النامية، والتأكيد على أحقيتها بالعمل، والأجر العادل، والتعليم والصحة، وكيفية ربط هذه العناصر بالتنمية الشاملة[1].

وعلى اعتبار أن مشاركة المرأة في التنمية هي زيادة استثمار في الموارد البشرية المتاحة للمجتمع، وللتأكيد على الأهمية التنموية لتساوي فرص العمل أمام الجنسين ولتساوي العائد (الأجر) من العمل للجنسين، النظرية الاقتصادية التقليدية الجديدة Neoclassical للاستثمار هي الأساس النظري لهذا الطرح؛ حيث إنها تؤكد على وجود دالة إنتاج كلية لكل مجتمع تشترك فيها جميع موارد المجتمع، ودالة منفعة غير مباشرة مقابلة لها، حيث يكون الذكور والإناث (قوة العمل) العنصر الإنتاجي الأساسي فيها، وتكملة عناصر الإنتاج الأخرى.

ويرى بعضهم أن ما يسمى بالمشكلة السكانية أو ارتفاع معدل نمو السكان على معدل النمو الاقتصادي ما هو إلا تناقض بين النمو السكاني السريع ودرجة التطور الاقتصادي والاجتماعي الذي تقوده السياسات الاقتصادية والاجتماعية المطبقة، وعليه فإن المشكلة هي نتيجة التخلف في التطور الاقتصادي، وليس العكس، حسب رؤية نظريات النمو التقليدية التي تري أن التنمية الاقتصادية والاجتماعية لا يمكن تحقيقها ما لم يتم حل المشكلة السكانية، فتطبيق الأسرة لبرامج تنظيم الأسرة (تنظيم النسل) يعكس الوعي الاقتصادي والاجتماعي للأسرة، وهو ما لا يتحقق إلا بوجود تطور اقتصادي واجتماعي كافة لشرائح المجتمع.

ويعبر أحياناً عن النمو السكاني السريع بأنه اختلال التوازن بين معدل المواليد ومعدل الوفيات، بالإضافة إلى عدم ملاءمة التوزيع العمري للسكان بزيادة نسبة صغار السن. مما يؤدي بدوره إلى زيادة نسبة الإعالة في المجتمع، التي تحسب بنسبة عدد السكان إلى عدد المنتجين منهم. حيث يعد الشباب (من يقل عمرهم عن 15 سنة) والمسنون (من عمرهم 65 سنة فأكثر) ممن يعالون من قبل غيرهم؛ وارتفاع نسبة الإعالة في أي مجتمع يؤدي إلى انخفاض مستوى دخل الفرد الحقيقي، وانخفاض مستوى التنمية الاقتصادية تباعاً، وهو ما يؤدي إلى انخفاض المستوى المعيشي في المجتمع.

1 United Nations (1992), World Populations Prospects 1990, New York: United Nations.

كما يؤثر التركيب العمري للسكان على توجيه توزيع الإنفاق والاستثمار في المجتمع، فكلما زادت نسبة الأطفال (صغار السن) في المجتمع، وكلما زاد عدد الأطفال في الأسرة الواحدة، زاد الضغط على الأسرة والمجتمع لتوجيه المزيد من الموارد المتاحة للإنفاق على التعليم العام والصحة الأولية، وكلما زاد الميل الحدي للاستهلاك في المجتمع مقابل انخفاض الميل الحدي للادخار والاستثمار؛ انخفض مستوى التنمية الاقتصادية للمجتمع، وانخفض المستوى المعيشي للأسرة والأفراد.

كما أن التكوين أو التركيب النوعي للسكان يؤثر في نسبة المواليد والوفيات والهجرة والتكوين الوظيفي. وبمعنى آخر فإن نسبة الذكور إلى الإناث في المجتمع تؤثر على التوظيف والهجرة ومعدل المواليد وعلى التنمية الاقتصادية والاجتماعية بشكل عام؛ وهو ما يؤثر على مستوى التنمية الاقتصادية.

فالمشكلة السكانية في المفهوم الحديث للتنمية تؤدي إلى تناقض بين النمو الاقتصادي والنمو السكاني؛ غير أنه في الإمكان زيادة معدل النمو الاقتصادي بمستوى أعلى من معدل نمو السكان، مما سيؤدي إلى ارتفاع مستوى المعيشة، والعكس صحيح. غير أن هذا ليس بالضرورة صحيحاً، لأن هذا يعتمد على نوعية النمو الاقتصادي وعلى توزيع هذا النمو بين شرائح المجتمع؛ فإذا كان النمو ذا محتوى أكبر لإنتاج السلع والخدمات الضرورية التي تشبع الاحتياجات الرئيسة لغالبية شرائح السكان، فسيؤدي ذلك إلى ارتفاع في التنمية ومستوى المعيشة، والعكس صحيح.

والحقيقة أن التاريخ والتجربة والواقع في أوربا توضح أن النمو الاقتصادي الذي قادته الثورة الصناعية وما لحقها من تطور في مختلف المجالات أدى إلى تحسين المستوى المعيشي للسكان وإلى انخفاض في معدل الوفيات وانخفاض في معدل النمو السكاني. وقد فسرت نظرية الانتقال السكاني الرابط النسبي بين مستوى المعيشة وانخفاض معدل وفيات الرضع ومعدل الخصوبة، واللذين أديا إلى انخفاض معدل النمو السكاني واستقرار حجم السكان في أوربا تباعاً، وذلك يعتمد على توزيع النمو الاقتصادي ونوعه، وكيفية توجيه الإنفاق في المجتمع.

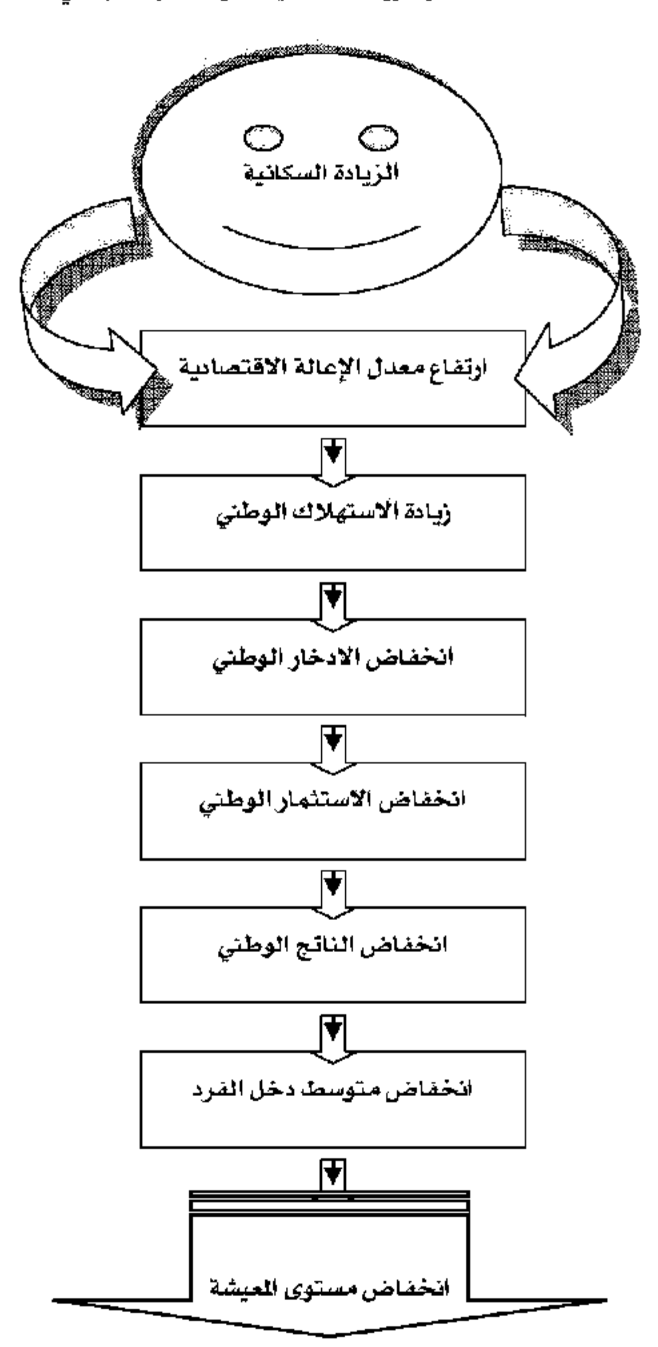
المشكلة السكانية أيضاً مرتبطة بالأزمة الغذائية، فيرى التقليديون أن المشكلة السكانية هي التي ولدت مشكلة سوء التغذية لـ 800 مليون نسمة والمجاعة لـ 80 مليون نسمة. وتعرف مشكلة أو أزمة سوء التغذية بأنها نقص مزمن في التغذية، تتزامن مع زيادة في أسعار الغذاء. أما المجاعة فهي أكثر حدة، حيث يموت الإنسان لعدم قدرته على الحصول على الغذاء الكافي لبقائه. وتشير التوقعات في كثير من الدراسات التطبيقية إلى أن تحرير التجارة العالمية في الغذاء، وتعاظم وضوح العلاقة السلبية بين حماية النظام البيئي (الايكولوجي) وزيادة الإنتاج، وانحدار مستوى الموارد، تؤدي إلى ارتفاع أسعار الغذاء على المستوى الدولي، مما سيفاقم من انتشار هاتين الظاهرتين.

ولكن بعض الدراسات الحديثة أوضحت أن مشكلتي سوء التغذية والجوع ليستا مشكلة سوء إنتاج فقط؛ ولكنها مشكلة القدرة على الشراء، وبعبارة أخرى فإن مشكلة الفقر كما أوضح سن (A. K. Sen) تحدث للأسباب الآتية:

- انخفاض نصيب الفرد من الأراضي الزراعية.
- انخفاض نسبة الاستثمارات المخصصة للقطاع الزراعي والريفي.
- انخفاض فرص العمل في القطاع الريفي بشكل عام.
- الاختلاف الكبير بين مستوى الأجور الحقيقية بين الحضر والريف.
- انخفاض مستوى الخدمات الاجتماعية والاقتصادية في الريف، حيث تؤدي إلى زيادة الهجرة الداخلية من الريف إلى المدن.
- مشكلات التلوث والاكتظاظ السكاني الحضري والاضطرابات الاجتماعية.

وعليه فإن انخفاض مستوى المعيشة في الريف ليس فقط بسبب عدم التناسب بين النمو الاقتصادي من ناحية ونمو عدد السكان من ناحية أخرى، ولكن هو بشكل رئيس بسبب نوع هذا النمو الاقتصادي وتكوينية وآليات توزيع الدخل بين فئات وشرائح المجتمع، التي تعمق انخفاض المعيشة للأكثرية الساحقة. وبعبارة أخرى فإن مستويات الأسعار النسبية تتغير مع النمو الاقتصادي في صالح سكان المدن وليس في صالح سكان الريف والبادية، مما يؤدي إلى انخفاض مستواهم المعيشي ومن ثم ظهور سوء التغذية والمجاعة، ويوضح الشكل (3—6) أثر الزيادة السكانية على المستوى الوطني.

الشكل (6-3) أثر الزيادة السكانية على المستوى الوطني



6-5 العلاقة بين النمو الاقتصادي والنمو السكاني:

أيرفع النمو السكاني من معدل النمو الاقتصادي أم يؤدي إلى انخفاضه؟ هل الإجابة على هذا السؤال تعتمد على مرحلة التنمية الاقتصادية التي يمر فيها البلد؟ أم إنها موحدة لمختلف مراحل التنمية؟

بشكل عام نعرف أن معدلات النمو السكاني انخفضت تاريخياً في مختلف القارات والبلدان مع تطور مستوى التنمية الاقتصادية، وأن اتجاهها إلى الانخفاض مستقبلاً. ولا شك في أن زيادة السكان تؤدي إلى زيادة الموارد البشرية التي تؤدي بدورها إلى زيادة القوى العاملة، التي تعد إضافة إلى القوى العاملة؛ وفي حالة وجود ناتج حدي إيجابي لهذه الزيادة في القوى العاملة $\frac{dY}{dL} \succ 0$ ، $MP_L \succ 0$ ، فإن هذه الزيادة في القوى العاملة ستؤدي إلى زيادة في الإنتاج الكلي، وبعبارة أخرى فإن زيادة السكان ستؤدي إلى زيادة إجمالي الناتج المحلي.

ولكن هل هذا يعني أن زيادة النمو السكاني تعتبر أمراً مطلوباً لزيادة إجمالي الناتج المحلي؟ أو زيادة المستوى المعيشي للفرد؟ في الواقع إن وجود ناتج حدي موجب للزيادة في السكان (زيادة في القوى العاملة) لا يعد معياراً كافياً للتسليم بإيجابية آثار النمو السكاني. ولكن المعيار الأفضل هو بالإجابة على السؤال: هل النمو السكاني يؤدي إلى وضع معيشي أفضل للفرد العادي؟ وبعبارة أخرى أكثر دقة هل يؤدي النمو السكاني إلى زيادة متوسط دخل الفرد؟ فإذا كانت الإنتاجية الحدية MP_L للسكان الإضافيين أقل من متوسط الإنتاجية AP_P للسكان الحاليين، فإن هذا سيؤدي بالضرورة إلى انخفاض متوسط الإنتاجية AP_P للسكان؛ مما سيؤدي إلى انخفاض متوسط دخل الفرد العادي، ومن ثم إلى انخفاض مستوى الدخل الفردي.

ومعروف أن متوسط دخل الفرد كمقياس لرفاهية ومستوى معيشة الفرد العادي دون النظر إلى عدالة توزيع الدخل بين هؤلاء الأفراد هو:

$$\text{متوسط الدخل الفردي} = \frac{\text{إجمالي الناتج المحلي}}{\text{عدد السكان}} = \frac{GDP}{P} = Y_d$$

ولكن إذا كان معدل نمو السكان g_P أعلى من معدل نمو إجمالي الناتج المحلي g_Y ، فإنه سيؤدي إلى انخفاض متوسط الدخل الفردي Y_d ، وعليه فالشرط الضروري لضمان أن ازدياد النمو السكاني سيؤدي إلى النمو الاقتصادي هو أن معدل النمو في إجمالي الناتج المحلي يجب أن يكون أكبر بكثير من معدل النمو في السكان $g_Y \succ g_P$. ولكن معدل النمو في إجمالي الناتج المحلي سيعتمد على الإنتاجية الحدية للقوى العاملة الإضافية MP_L ، التي يجب أن تكون بدورها ذات إنتاجية حدية أعلى من متوسط الناتج للسكان الحاليين AP_P .

6–6 حجم الموارد البشرية :

أدى الانفجار السكاني على مستوى العالم في السنوات الثلاثين الماضية إلى اهتمام كبير من منظمات عالمية وإقليمية للقيام بجهود كبيرة من أجل دراسة أسباب ذلك وآثاره المختلفة على المجتمعات. من هنا تعد الإحصاءات السكانية ومستوى دقتها وتفصيلها من أهم البيانات التي تستخدم في التخطيط الكلي من قبل مختلف الجهات والقطاعات في أي بلد. فالتخطيط للتربية والتعليم والتدريب والصحة والمساكن والمياه والكهرباء والعمل والشؤون الاجتماعية وغيرها تعتمد بشكل رئيس على بيانات سكانية. من هنا كانت التعدادات السكانية والمسوحات السكانية المختلفة ومعدلات نموه والمجموعات العمرية وحصر المنشآت وحصر المساكن وبيانات التعليم وأعداد المشتغلين والعاطلين من أهم البيانات المطلوبة للتخطيط في أي بلد. ويعد النمو السكاني المعتدل ضرورياً لإنجاح التنمية في أي بلد. ويشار إلى العنصر البشري في الإنتاج على أنه رأس المال البشري أو الثروة البشرية L. حيث يتم التعبير عن مستوى الإنتاج Y في دالة الإنتاج الكلاسيكية على إنها مرتبطة بعناصر الإنتاج؛ حجم رأس المال K ، وحجم قوة العمل L ، ويضاف إليها أحياناً الموارد الطبيعية N ، ومستوى التقنية T:

$$Y = f(K, L, N, T)$$

ولكن حجم القوى العاملة L ينمو مع نمو السكان وتنمية الموارد البشرية ، وعليه فإن:

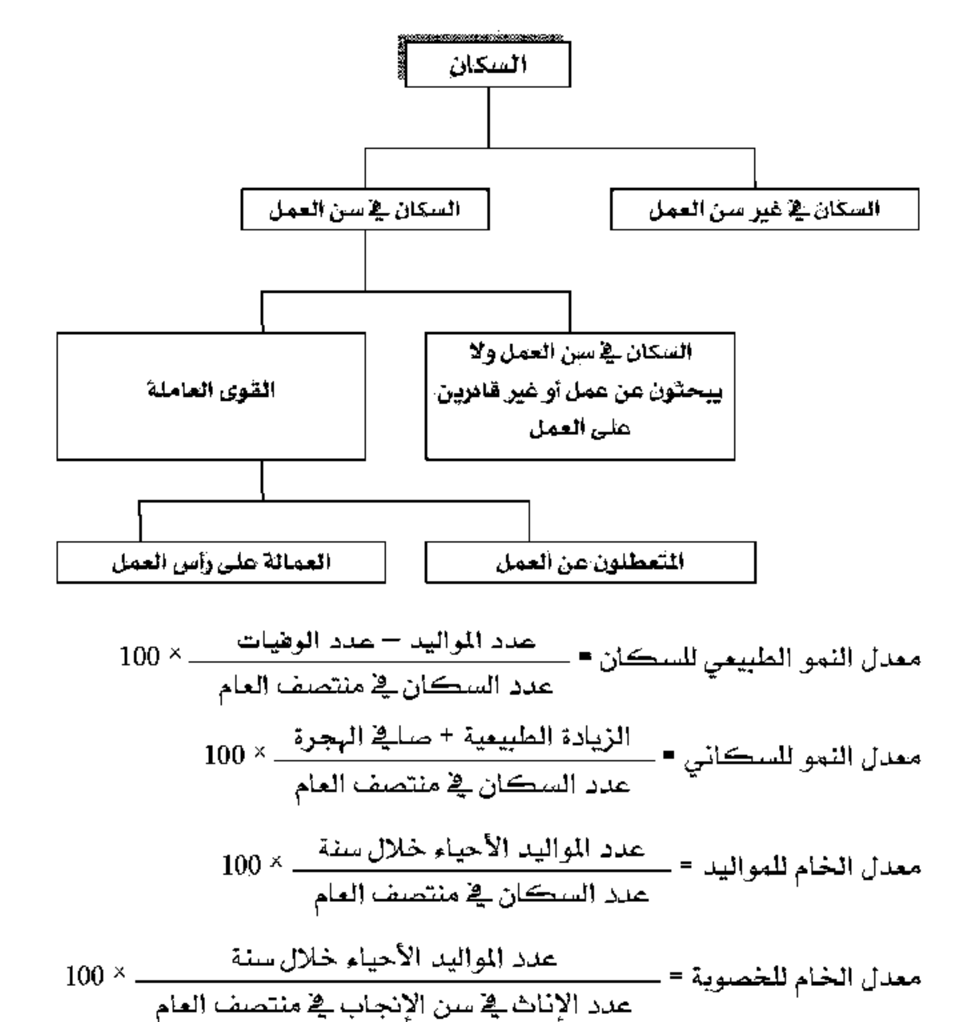
$$\text{الإنتاجية الحدية للعمل} = MP_L = \frac{\partial Y}{\partial L}$$

والموارد البشرية تعتمد على عدد السكان ونموه، وبشكل عام فإنه يمكن تقسيم سكان أي مجتمع إلى أربع فئات رئيسة موضحة في الشكل (6–4)، وهي:

1. السكان العاملون أو المشتغلون (Employed).
2. السكان الذين لا يعملون (أي المتعطلون) (Unemployed).
3. السكان داخل سن العمل وهم خارج قوة العمل (Out of the Labor Force).
4. السكان خارج سن العمل.

ويعرف السكان العاملون بأنهم أولئك الذين على رأس العمل، ويشمل ذلك من يعمل مقابل أجر أو من يعمل لحسابه الخاص. ويعرف السكان الذين لا يعملون بأنهم أولئك الذين ليس لديهم عمل ولكنهم يبحثون عنه بجدية، ويشترط أيضاً لتصنيفهم ضمن المتعطلين أو ضمن إحصاءات حساب معدل البطالة أن يكونوا أولئك الأفراد الذين في سن العمل ولديهم الرغبة في الحصول على العمل والاستطاعة على أدائه. ويشكل مجموع الذين يعملون والمتعطلون عن العمل ما يسمى بالقوى العاملة Labor Force في المجتمع L، أي إن مجموع القوى العاملة هو أولئك الذين على رأس العمل وأولئك المتعطلون عن العمل. ويعرف من هم في سن العمل وخارج قوة العمل بالسكان الذين هم في سن العمل ولا يبحثون عن عمل بجدية أو لا يبحثون عنه لاكتفائهم المالي أو لتقاعدهم المبكر أو لعدم قدرتهم على القيام به بسبب عجز أو إعاقة ذهنية أو بدنية. وتختلف المجتمعات في تحديدها لسن العمل، فعلى سبيل المثال تحدد وزارة الاقتصاد والتخطيط في المملكة العربية السعودية سن العمل بـ 12 سنة فأكثر، وهذا بلا شك تحديد غير صحيح حيث يؤدي بشكل أو بآخر إلى زيادة شكلية في أعداد القوى العاملة ومن ثم في نسبة البطالة. ويعرف السكان الذين هم في غير سن العمل بأولئك الذين هم أقل سناً من الحد الأدنى لسن العمل، ويعد هؤلاء بطبيعة الحال– خارج سوق العمل. غير أن معظم الدول تحدد سن العمل بـ 16 سنة، وهذه السن هي ما يتوافق مع أنظمة العمل الدولية، ويوضح شكل (6–4) تصنيف الموارد البشرية.

الشكل (6–4) تصنيف الموارد البشرية (السكان)



$$\text{معدل النمو الطبيعي للسكان} = \frac{\text{عدد المواليد} - \text{عدد الوفيات}}{\text{عدد السكان في منتصف العام}} \times 100$$

$$\text{معدل النمو للسكاني} = \frac{\text{الزيادة الطبيعية} + \text{صافي الهجرة}}{\text{عدد السكان في منتصف العام}} \times 100$$

$$\text{معدل الخام للمواليد} = \frac{\text{عدد المواليد الأحياء خلال سنة}}{\text{عدد السكان في منتصف العام}} \times 100$$

$$\text{معدل الخام للخصوبة} = \frac{\text{عدد المواليد الأحياء خلال سنة}}{\text{عدد الإناث في سن الإنجاب في منتصف العام}} \times 100$$

$$\text{معدل المواليد الخام} = \frac{\text{عدد المواليد الأحياء خلال سنة}}{\text{عدد إجمالي السكان في منتصف العام}} \times 1000$$

$$\text{معدل الوفيات الخام} = \frac{\text{عدد المواليد} - \text{عدد الوفيات}}{\text{عدد السكان في منتصف العام}} \times 1000$$

6–7 المضاعف الزمني للسكان:

المضاعف الزمني للسكان Doubling Time (dt) هو عدد السنوات التي تؤدي إلى مضاعفة حجم السكان، حسب معدل نمو سكان معين.

$$\text{عدد السنوات المؤدية لتضاعف السكان (dt)} = \frac{70}{\text{معدل النمو السنوي \%}} = \frac{0.70}{\text{معدل النمو}}$$

وتعد هذه القاعدة المختصرة السابقة لمضاعفة أعداد السكان أسهل وسيلة مختصرة لحساب المضاعف الزمني للسكان. وينمو السكان عادة بمتوالية يعبر عنها بمتوالية هندسية Geometric Growth تشبه معادلة الربح المركب في القيمة المستقبلية المعروفة في التمويل وسبق استعراضها في الفصول السابقة (Pollard etal,1983).

$$P_t = P_o(1+g)^t$$

كما يمكن التعبير عن نمو السكان المتواصل بمتوالية آسية Exponential Growth

$$P_t = P_1 e^{gt}$$

حيث: تشير g إلى معدل النمو السكاني، بينما t تشير إلى المدة الزمنية، فإذا كانت:

$$2 = e^{0.693}$$

فإن:

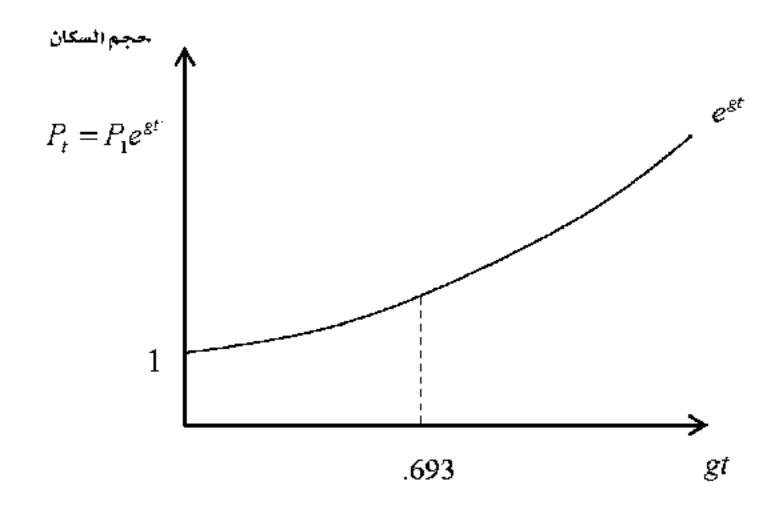
$$0.693 = gt$$

وبالتالي فإن المضاعف الزمني للسكان (dt)، يكون:

$$d.t = \frac{0.693}{g} = \frac{0.70}{g \times 100} =$$

وهو ما يثبت أن المعادلة التقريبية السابقة للمضاعف الزمني للسكان صحيحة، ويوضح الشكل رقم (6—5) دالة النمو السكاني.

الشكل (6—5) دالة النمو السكاني



مثال (1)

إذا كان معدل النمو السكاني لدولة ما هو 3.5٪، فما هو عدد السنوات الذي يتضاعف فيه عدد السكان؟

الحل:

سنوات المضاعف الزمني للسكان (dt) = $\frac{0.70}{0.035}$ = 20 سنة

مثال (2)

إذا كان معدل النمو الطبيعي لسكان المملكة العربية السعودية هو 3.2٪ فما هو عدد السنوات المؤدية إلى تضاعف عدد السكان؟

الحل:

سنوات المضاعف الزمني (dt) = $\frac{70}{3.2}$ = $\frac{0.70}{0.032}$ = 21.875 = 22 سنة تقريباً

مثال(3)

إذا تقرر من قبل وزير الاقتصاد والتخطيط في خطة التنمية هدف زيادة متوسط دخل الفرد من 2000 ريال إلى 6000 ريال في نهاية مدة الخطة. أوجد عدد السنوات اللازمة لتحقيق هذا الهدف إذا كان معدل النمو السنوي للدخل هو 10٪.

$$\because n = \frac{\log FV - \log P}{\log(1+r)}$$

$$n = \frac{\log(6000) - \log(2000)}{\log(1+0.1)}$$

$$\therefore n = \frac{0.477121254}{0.041392685}$$

$$\therefore n = 11.52672832$$

المدة الزمنية اللازمة لتحقيق الهدف السابق هي 11.6 سنة.

أما إذا كانت معدلات النمو متصلة Continuous، أي يمكن حدوثها في أي مدة زمنية، فإن القانون المستخدم لإيجاد القيمة المستقبلية يكون كما يأتي:

$$P_n = P_0 e^{r \cdot n}$$

حيث؛ P يشير إلى القيمة الحالية (القيمة المخصومة)، بينما P_n تشير إلى القيمة المستقبلية، بينما n تشير إلى المدة الزمنية، و r تشير إلى معدل النمو.

وتجدر الإشارة إلى أن استخدام معدلات النمو المتصلة تعطي مدة زمنية أفضل بقليل.

مثال (4)

إذا كان عدد السكان لبلد ما في عام 1980م هو 1000 نسمة، وفي عام 1985م وصل عدد السكان إلى 10000 نسمة. أوجد معدل النمو السكاني خلال تلك المدة.

الحل:

$$\because P_n = P_0 e^{r \cdot n}$$

$$10000 = 1000 \times e^{5 \cdot n}$$

وبأخذ اللوغاريتم الطبيعي لطرفي المعادلة:

$$\ln\left(\frac{10000}{1000}\right) = 5r \ln e$$

$$2.303 = 5r$$

$$\therefore r = \frac{2.303}{5}$$

$$\therefore r = 0.461$$

وهذا يعني أن معدل الزيادة السكانية 4.6٪ سنوياً.

مثال(5)

إذا كان عدد سكان بلد ما في عام 1970م هو 1.5 مليون نسمة، أوجد عدد السكان المتوقع لهذا البلد في عام 1980م، إذا كان معدل النمو السكاني 20٪.

الحل:

$$P_n = P_0 e^{rn}$$

$$P_n = 1.5 e^{0.2 \times 10}$$

$$P_n = 1.5 e^{2}$$

$$\ln P_n = \ln 1.5 + 2$$

$$\ln P_n = 0.405 + 2 = 2.405$$

$$\therefore P_n = e^{2.405}$$

$$\therefore P_n = 11.078$$

الحل باستخدام الآلـة:

$P_n =$	1.5	SHIFT	ln	2	=	11.0835	

وهذا يعني أن عدد السكان لهذا البلد بعد 10 سنوات هو 11.078 مليون نسمة عندما يكون معدل النمو السكاني السنوي 20٪.

مثال (6)

إذا كان متوسط استهلاك الفرد من الماء في السعودية لعام 2004م 650 لتر يومياً (650 لتر = 1 متر مكعب)، فكم سيكون استهلاك مدينة الرياض من الماء عام 2004م بالمتر المكعب، إذا كان عدد السكان 4.5 مليون نسمة، وعام 2020م إذا كان معدل النمو السكاني لمدينة الرياض 8٪، مبيناً بالرسم البياني العلاقة بين النمو السكاني وكمية المياه المستهلكة، وموضحاً آثار النمو السكاني على استهلاك المياه؟

الحل:

استهلاك مدينة الرياض من المياه P_{2004} عام 2004:

$$\because P_t = P_{t-1} e^{r \cdot n}$$

$$\because P_{2004} = 4.5e^{(.08 \times 0)} = 4.5$$

وبذلك يكون الاستهلاك اليومي لمدينة الرياض هو 4.5 مليون متر مكعب يومياً.

الاستهلاك السنوي لمدينة الرياض = $4.5 \times 365 = 1642.5$ مليون متر مكعب سنوياً.

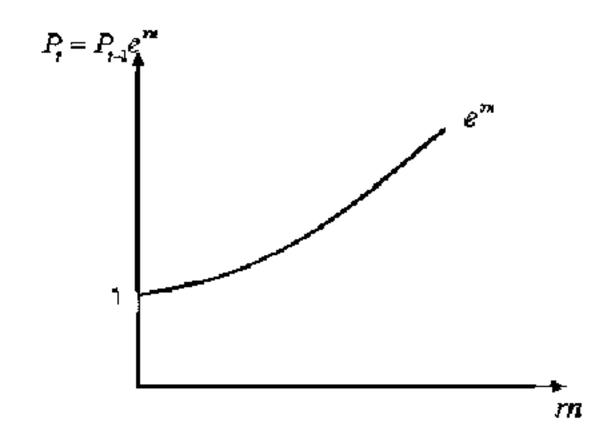
استهلاك مدينة الرياض من المياه P_{2020} عام 2020:

$$\because P_{2020} = 4.5e^{(.08\times 16)} = 16.185$$

وبذلك يكون استهلاك المياه لمدينة الرياض عام 2020م هو 16.185 مليون متر مكعب يومياً.

بينما الاستهلاك السنوي = $5907.5 = 365\times 16.185$ مليون متر مكعب سنوياً، ويوضح الشكل (6—67) العلاقة بين عدد السكان وكمية المياه المستهلكة.

الشكل (6—6) العلاقة بين عدد السكان وكمية المياه المستهلكة



يتضح من الشكل (6—6) العلاقة الطردية بين عدد السكان والكمية المستهلكة من المياه؛ فكلما زاد عدد السكان زادت الكمية المستهلكة من المياه عبر الزمن. ويتضح أنه كلما زاد عدد السكان مع ثبات الموارد المائية الحالية، قلّ نصيب الفرد من كمية المياه عبر الزمن مما يؤثر على مستوى رفاهية الفرد العادي حيث نجد أن:

$$\text{متوسط نصيب الفرد من المياه} = \frac{\text{كمية الموارد المائية المقدرة}}{\text{عدد السكان}}$$

ومن ثم فإن لم يكن معدل نمو الموارد المائية عبر الزمن متساوياً مع معدل نمو السكان عبر الزمن، فإن ذلك سيؤدي إلى تخفيض متوسط نصيب الفرد من المياه مما يؤثر على رفاهيته.

مثال (7)

إذا كان عدد سكان الأرض في عام 1700م حوالي 700 مليون نسمة، وأصبح عددهم في عام 2000م 6 مليار نسمة، فما هو متوسط معدل نمو سكان الأرض في تلك المدة؟ وما هي سنوات المضاعف السنوي في هذه الحالة؟ وكم سيكون عدد سكان الأرض في عام 2050م إذا استمر معدل النمو السابق؟

الحل:

معدل نمو سكان الأرض من عام 1700 إلى 2000:

$$\because P_t = P_{t-1} e^{r \cdot n}$$

$$60 = 7e^{300r}$$

$$60 = 7\ln 300r$$

بضرب الطرفين في ln ومن خصائص الدوال الآسية نحصل على:

$$\ln 60 = \ln 7 + 300r$$

$$300r = \ln 60 - \ln 7$$

$$\therefore r = \frac{\ln 60 - \ln 7}{300}$$

$$\therefore r = \frac{2.14844}{300}$$

وعليه يكون معدل النمو خلال المدة من 1700م إلى 2000م:

$$\boxed{\therefore r = 0.00716}$$

بينما المضاعف الزمني للسكان لتلك المدة:

$$dt = \frac{0.7}{0.00716}$$

وهذا يعني أن عدد السنوات التي تضاعف فيها السكان:

$$\boxed{\therefore dt \approx 98}$$

بينما عدد سكان الأرض عام 2050م سيكون:

$$\because P_{2050} = 7e^{(0.00716\times 350)}$$

وبالتالي فإن عدد سكان الأرض عام 2050م سيصبح 85.8 مليار نسمة حيث:

$$\boxed{\therefore P_{2050} = 85.8}$$

8–6 المؤشرات المهمة للموارد البشرية:

يوجد العديد من المؤشرات المختلفة التي تقيس مستوى المشاركة أو التعطل أو التشغيل أو الدخل أو النمو في الدخل أو ما إلى ذلك توضح مستوى تنمية الموارد البشرية. ويمكن استخدام ثلاثة مؤشرات رئيسة تختزل الكثير من المعلومات عن تنمية الموارد البشرية كما يأتي:

1) معدل العمالة إلى السكان؛ حيث تسمى نسبة العمالة على رأس العمل إلى عدد السكان بمعدل العمالة The employment rate أو معدل المشاركة في قوة العمل، ويقيس هذا المعدل نسبة السكان الذين يعملون وهم في سن العمل. وتحديداً يمكن حساب معدل العمالة إلى السكان The Employment Population Ratio بالطريقة الآتية:

2) نسبة العمالة إلى السكان = $\frac{\text{العمالة على رأس العمل}}{\text{السكان في سن العمل}} \times 100$

نسبة العمالة إلى السكان = $\frac{E}{P} \times 100$

وعلى الرغم من أن مقياس العمالة إلى السكان يعد مقياساً موضوعياً لقياس حجم الاقتصاد الكلي في المجتمع، إلا أنه يعاني من قصور. وهذا القصور يتمثل في

أنه يتعامل مع المتعطلين (البطالة) وكأنهم أشخاص خارج القوى العاملة. إن ارتفاع أو انخفاض نسبة العمالة إلى السكان في مجتمع معين لا يعكس حجم أو معدل البطالة الحقيقية فيه. وتجدر الإشارة إلى أن هناك مؤشرات أخرى لقياس معدلات المشاركة في قوة العمل يمكن الاطلاع عليها في أدبيات القوى العاملة.

3) معدل البطالة Unemployment Rate = $\frac{\text{عدد العاطلين } NU}{\text{عدد قوة العمل } LF} \times 100$

4) متوسط دخل الفرد Average Personal Income = $\frac{\text{إجمالي الناتج المحلي } GDP}{\text{عدد السكان } P}$

5) متوسط نمو الدخل الفردي Average Personal Income Growth

$$= \frac{\text{معدل النمو الاقتصادي } g_Y}{\text{معدل نمو السكان } g_p}$$

6–9 سكان المملكة العربية السعودية:

تشير بعض المصادر إلى أن عدد سكان وسط الجزيرة العربية (الرقعة التي تغطيها المملكة في الوقت الحاضر تقريباً) كان يُقدر بمليون نسمة زمن المسيح عليه السلام في السنة الأولى الميلادية، ثم ازدادت الأعداد بشكل كبير في زمن الرسول عليه الصلاة والسلام ليتعدى المليوني نسمة، ولكن ما لبث أن تناقص حجم السكان بعد ذلك نتيجة الهجرات المتتالية بسبب التوسعات والفتوحات الإسلامية المختلفة[1].

وقد تعرض عدد السكان فيما بعد ذلك إلى التأرجح تبعاً للظروف التي تمر بها الجزيرة العربية. فعلى سبيل المثال، تشير بعض المصادر إلى تعرض البلاد ما بين

1 الخريف، رشود محمد. التوزيع الجغرافي لسكان المملكة العربية السعودية ومعدلات نموهم خلال المدة (1394–1413هـ). رسائل جغرافية، الجمعية الجغرافية الكويتية، رقم 211، 16

(1047– 1290هـ) إلى سنوات من الجفاف يصل عددها إلى 35 سنة خلال حقبة لا تتجاوز 243 سنة. كما تشير المصادر– أيضاً– إلى انتشار بعض الأمراض والأوبئة والمجاعات من وقت لآخر مثل موجة البرد الشديد في عام 1749م، ووصول وباء الدمغة الذي عرف بحمى الواحات خلال المدة (1761–1762م)[1].

يوضح الجدول (6–1) التغير الهيكلي في تركيبة السكان في المملكة العربية السعودية، ومن الجدير بالذكر أن هذا النمط من التغير هو النمط الموجود عالمياً نفسه، ربما فيما عدا نمو السكان الإجمالي. فنسبة سكان الريف عادة ما تنخفض عالمياً، بينما تزيد نسبة سكان المناطق الحضارية، ومن المتوقع أن تصل نسبة السكان الحضر عام 2015م عالمياً إلى 53٪ من السكان، كما يتوقع أن تنخفض كل المؤشرات الأخرى. وبشكل عام فيتوقع زيادة سكان المناطق الحضرية من 47٪ من السكان عام 2002 إلى 53٪ من السكان عام 2015م. كما أن المدن والمناطق الحضرية ستنمو بمعدل يساوي ضعف معدل النمو السكاني للبلد.

الجدول (6–1) سكان المملكة العربية السعودية

البيان	تعداد 1394هـ	تعداد 1413هـ
إجمالي السكان بالمليون	7.1	16.9
نسبة سكان الريف	٪61	٪23
نسبة سكان الحضر	٪39	٪77
معدل المواليد الخام (بالألف)	49	33
معدل الوفيات الخام (بالألف)	20	5
معدل الزيادة الطبيعية (بالألف)	29	28
معدل الوفيات الرضع (بالألف)	152	25

المصدر: مصلحة الإحصاءات العامة، تعداد 1394هـ، تعداد 1413هـ.

6–9–1 التركيب النوعي لسكان المملكة:

يبلغ إجمالي عدد سكان المملكة العربية السعودية حسب آخر تعداد قامت به مصلحة الإحصاءات العامة بوزارة الاقتصاد والتخطيط لعام 1425هـ (2004م) حوالي 22.7 مليون نسمة، بينما كان عددهم في التعداد العام للسكان الذي أجري في عام

1 الرويثي، محمد. سكان المملكة العربية السعودية. دار اللواء للنشر والتوزيع، الرياض، 1400هـ

1413هـ (1992م) 16.9 مليون نسمة، أي إن عدد السكان تغير بزيادة مقدارها 5.72 مليون نسمة بنسبة 33.8٪، وبمقارنة ذلك بالتعداد العام للسكان الذي أجري عام 1394هـ (1974م) كان إجمالي عدد السكان حينئذ حوالي 7 مليون نسمة، أي بزيادة عنه تجاوزت الضعفين بنسبة زيادة بلغت 223.5٪. ويوضح الجدول (6—2) تغير توزيع السكان في المملكة من واقع نتائج تعداد 1425هـ (2004م) مقارنة بنتائج تعداد 1413هـ (1992م)، ونتائج تعداد 1394هـ (1974م) حسب النوع والجنسية.

الجدول (6—2) توزيع السكان في المملكة حسب نتائج تعداد 1425هـ (2004م)، وتعداد 1413هـ (1992م)، وتعداد 1394هـ (1974م) حسب النوع والجنسية

سنة التعداد / النوع والجنسية	تعداد 1394هـ (1974م)			تعداد 1413هـ (1992م)			تعداد 1425هـ (2004م)		
	سعودي	غير سعودي	المجموع	سعودي	غير سعودي	المجموع	سعودي	غير سعودي	المجموع
الذكور	3.2	0.5	3.7	6.2	3.2	9.5	8.3	4.3	12.6
الإناث	3	0.3	3.3	6.1	1.4	7.4	8.2	1.8	10.1
الإجمالي	6.2	0.8	7	12.3	4.6	16.9	16.5	6.1	22.7

المصدر: مؤسسة النقد العربي السعودي، التقرير السنوي الحادي والأربعون، 1426هـ (2005م).

ووفقاً لنتائج تعداد 1425هـ (2004م) شكل السكان السعوديون حوالي 16.53 مليون نسمة أي بنسبة 72.9٪ من إجمالي السكان، مقارنة بحوالي 12.3 مليون نسمة في عام 1413هـ (1992م)، بزيادة بلغ مقدارها 4.2 مليون نسمة، ونسبتها 34,3٪، ومقارنة بحوالي 6.2 مليون نسمة في عام 1394هـ (1974م) بزيادة عنه تجاوزت 10.3 مليون نسمة، وبنسبة زيادة بلغت حوالي 166.13٪.

ومن جهة أخرى شكّل عدد السكان غير السعودين من جنسيات مختلفة حوالي 6.1 مليون نسمة بنسبة 27.1٪ من جملة عدد السكان، مقارنة بحوالي 4.6 مليون نسمة في تعداد عام 1413هـ (1992م) بزيادة قدرها 1.5 مليون نسمة ونسبتها 32.6٪، ومقارنة بحوالي 800 ألف نسمة في تعداد عام 1394هـ (1974م)، حيث زاد السكان غير السعوديين بحوالي ثمانية مرات عما كانوا عليه عام 1394هـ (1974م)، إذ بلغ مقدار الزيادة حوالي 5.3 مليون نسمة، بنسبة زيادة حوالي 662.5٪.

كما تشير نتائج إحصاءات تعداد 1425هـ (2004م)؛ إلى أن سكان المملكة يزيد عدد الذكور فيهم على عدد الإناث، حيث بلغت نسبة الذكور فيه حوالي 55.5٪ من إجمالي السكان بالمملكة (12.6 مليون ذكر)، بينما بلغت نسبة الإناث النسبة الباقية حيث بلغ عدد الإناث حوالي 10.5 مليون أنثى، ويعود ذلك لكثرة أعداد القوى العاملة غير السعودية من الذكور. إلا أن سكان المملكة السعوديين يكادون يكونون متعادلين حسب النوع حيث إن نتائج تعداد 1425هـ (2004م) تشير إلى أن ما نسبته50.1٪ من جملة السكان ذكور، بينما نسبة 49.9٪ من جملة السكان إناث، مقارنة بتعداد عام 1413هـ (1992م) فقد بلغت نسبة الذكور حوالي 50.5٪ من جملة السكان، في حين بلغت نسبة الإناث 49.5٪ من جملة السكان، وقد بلغت نسبة الذكور في تعداد عام 1394هـ (1974م) حوالي 51.4٪ من جملة السكان، والإناث حوالي 48.6٪ من جملة السكان.

6-9-2 التركيب الجغرافي لسكان المملكة:

لا يتوزع السكان بالتساوي على مناطق المملكة العربية السعودية الإدارية (الثلاثة عشر منطقة إدارية)، بل تختلف المناطق في نصيبها من إجمالي السكان اختلافاً كبيراً، حيث أظهرت نتائج التعداد العام للسكان والمساكن 1425هـ (2004م)، أن منطقة الرياض ومنطقة مكة المكرمة والمنطقة الشرقية، استأثرت بما نسبته 64.5 ٪ من إجمالي السكان في المملكة أي بنحو 14.6 مليون نسمة. منها 25.6 ٪ لمنطقة مكة المكرمة (تضم مكة المكرمة، وجدة، والطائف) التي احتلت المرتبة الأولى من حيث عدد السكان القاطنين بها والبالغ عددهم 5.8 مليون نسمة، حيث شكل السكان غير السعوديين حوالي 38.1٪ من إجمالي سكان المنطقة، أي حوالي 2.2 مليون نسمة. وحلت منطقة الرياض في المرتبة الثانية بنحو24.1 ٪ من إجمالي سكان المنطقة حيث شكل السكان السعوديون منهم 3.7 مليون نسمة أو ما نسبته 68.3٪ من إجمالي سكان المنطقة، وشكل السكان غير السعوديين حوالي 1.7 مليون نسمة أو ما نسبته 31.7٪ من إجمالي سكان المنطقة. بينما المنطقة الشرقية (تضم الدمام، والظهران، والخبر) تأتي في المرتبة الثالثة حيث تستحوذ على 14.8 ٪ من إجمالي السكان، إذا بلغ عدد سكانها حوالي 3.4 مليون نسمة بنسبة

14.8٪ من إجمالي سكان المملكة، وقد بلغت نسبة السكان السعوديين في المنطقة الشرقية حوالي 76.1٪ أي حوالي 2.6 مليون نسمة، بينما بلغت نسبة السكان غير السعوديين حوالي 23.9٪ من سكان المنطقة، في حين بلغت ما نسبته 7.4٪ لمنطقة عسير وهي التي تمثل المرتبة الرابعة، ثم 6.7٪ لمنطقة المدينة المنورة، 5.2٪ لمنطقة جازان، 4.5٪ لمنطقة القصيم، 3.1٪ لمنطقة تبوك، 2.3 ٪ لمنطقة حائل، 1.8٪ لمنطقة نجران، 1.7٪ لمنطقة الباحة، 1.6 ٪ لمنطقة الجوف، وأخيراً 1.2٪ لمنطقة الحدود الشمالية، ويوضح الجدول (6–3) توزيع السكان في المناطق الإدارية بالمملكة حسب النوع والجنسية (سعوديون، وغير سعوديين) من واقع نتائج التعداد العام للسكان لعام 1425هـ (2004م).

وفيما يتعلق بتوزيع السكان السعوديين في المناطق الإدارية، فقد شكلت مناطق الإدارية الثلاث الأكثر سكاناً ما نسبته 59.7٪ من إجمالي السكان السعوديين في المملكة، حيث شكلت منطقة الرياض ما نسبته 22.5٪ من إجمالي السكان السعوديين في المملكة. ومنطقة مكة المكرمة ما نسبته 21.7٪ من إجمالي السكان السعوديين في المملكة، وما نسبته 15.5٪ من إجمالي السكان السعوديين في المملكة للمنطقة الشرقية. تلي هذه المناطق منطقة عسير التي بلغت نسبتها 8.7٪ من إجمالي السكان السعوديين في المملكة، ثم منطقة المدينة المنورة، بما نسبته 6.9٪ من إجمالي السكان السعوديين في المملكة، أما بقية المناطق فقد تراوحت نسب السكان السعوديين فيها بين 6.0٪ من إجمالي السكان السعوديين لمنطقة جازان ونسبة 1.5٪ من إجمالي السكان السعوديين في المملكة لمنطقة الحدود الشمالية.

وبخصوص السكان غير السعوديين، فقد استأثرت مناطق مكة المكرمة والرياض والمنطقة الشرقية والمدينة المنورة بما نسبته 83.2٪ من إجمالي السكان غير السعوديين، حيث بلغت نسبتهم في منطقة مكة المكرمة 36.0٪ وفي منطقة الرياض 28.1٪ وفي المنطقة الشرقية 13.1٪ وفي منطقة المدينة المنورة 6.0٪، أما أقل مناطق المملكة من حيث عدد السكان غير السعوديين فهي منطقة الحدود الشمالية التي بلغت نسبتهم 0.7٪ من إجمالي السكان غير السعوديين في المملكة.

الجدول (6-3)

توزيع السكان في المناطق الإدارية بالمملكة حسب النوع والجنسية (سعوديون وغير سعوديين) من واقع نتائج التعداد العام للسكان لعام 1425هـ (2004م)

المناطق	سعوديون			غير سعوديون			المجموع		
	ذكور	إناث	المجموع	ذكور	إناث	المجموع	ذكور	إناث	المجموع
الرياض	1,902,087	1,824,436	3,726,523	1,220,550	508,290	1,728,840	3,122,637	2,332,726	5,455,363
مكة المكرمة	1,792,752	1,793,813	3,586,565	1,425,273	786,133	2,211,406	3,218,025	2,579,946	5,797,971
المدينة المنورة	565,786	578,403	1,144,189	245,948	121,939	367,887	811,734	700,342	1,512,076
القصيم	407,421	410,071	817,492	157,578	41,686	199,264	564,999	451,757	1,016,756
المنطقة الشرقية	1,308,845	1,246,621	2,555,466	602,598	202,093	804,691	1,911,443	1,448,714	3,360,157
عسير	698,114	736,645	1,434,759	198,285	55,324	253,609	896,399	791,969	1,688,368
تبوك	306,115	288,476	594,591	73,852	23,074	96,926	379,967	311,550	691,517
حائل	219,711	231,936	451,647	58,369	17,017	75,386	278,080	248,953	527,033
الحدود الشمالية	119,511	119,820	239,331	30,111	9,844	39,955	149,622	129,664	279,286
جازان	484,512	509,163	993,675	128,521	63,943	192,464	613,033	573,106	1,186,139
نجران	173,356	175,333	348,689	51,591	19,177	70,768	224,947	194,510	419,457
الباحة	153,107	175,136	328,243	38,107	11,389	49,496	191,214	186,525	377,739
الجوف	154,345	153,787	308,132	40,815	12,729	53,544	195,160	166,516	361,676
المجموع	8,285,662	8,243,640	16,529,302	4,271,598	1,872,638	6,144,236	12,557,260	10,116,278	22,673,538

المصدر: مصلحة الإحصاءات العامة، وزارة الاقتصاد والتخطيط، 2004م

6-9-3 التركيب العمري والهرم السكاني لسكان المملكة:

يتميز المجتمع السعودي بفتوّته بوصفه أحد المجتمعات النامية، فنسبة صغار السن تصل إلى نحو 42٪ من إجمالي السكان حسب بيانات تعداد 1413هـ (1992م)، وهذه النسبة مرتفعة إذا ما قورنت بمثيلاتها في بعض الدول النامية، إذ تقدر نسبة صغار السن على مستوى العالم في سنة التعداد نحو 33٪ من إجمالي سكانه، وترتفع هذه النسبة إلى 36٪ في الدول النامية بشكل عام. وفي المقابل تنخفض نسبة كبار السن الذين تصل أعمارهم إلى أو أكبر فيها 65 سنة إلى 2.6٪ فقط من إجمالي سكان المملكة، وتعتبر منخفضة على المستوى العالمي الذي تصل فيه هذه النسبة إلى 6٪ من إجمالي سكانه، كما تصل هذه النسبة على مستوى الدول النامية إلى حوالي 4٪، وفي هذا دلالة واضحة على فتوة المجتمع السعودي الناتجة بالدرجة الأولى عن ارتفاع مستوى الخصوبة إذ تقدر نسبة الخصوبة الكلية بالمملكة العربية السعودية بنحو 6.4٪ في عام 1998م[1]. ويوضح الجدول (6-4) عدد السكان السعوديين حسب العمر والنوع في عام 1421هـ (2000م).

الجدول (6-4) عدد السكان السعوديين حسب العمر والنوع في عام 1421هـ (2000م)

الفئات العمرية	ذكور	إناث	إجمالي
أقل من سنة	248219	231418	479637
4-1	1050556	1015756	2066312
9-5	1254647	1200347	2454994
14-10	1040984	1010497	2051481
19-15	876047	865785	1741832
24-20	663493	729856	1393349
29-25	530569	597698	1128267
34-30	451681	476359	928040
39-35	378656	391184	769840
44-40	312060	318590	630650
49-45	238102	244900	483002
54-50	179181	187801	366982
59-55	139234	151546	290780
64-60	103332	121641	224973
69-65	112429	79482	191911

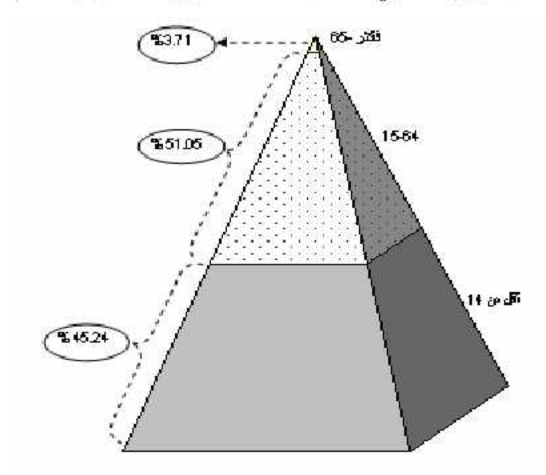
1 الخريف، رشود محمد. السكان "المفاهيم والأساليب والتطبيقات"، 2003م.

الفئات العمرية	ذكور	إناث	إجمالي
74–70	91227	73704	164931
79–75	54762	36780	91542
84–80	36747	27105	63852
85 فأكثر	38124	28306	66430
الجملة	7800050	7788755	15588805

المصدر: الخريف، رشود محمد. السكان "المفاهيم والأساليب والتطبيقات"، 2003م.

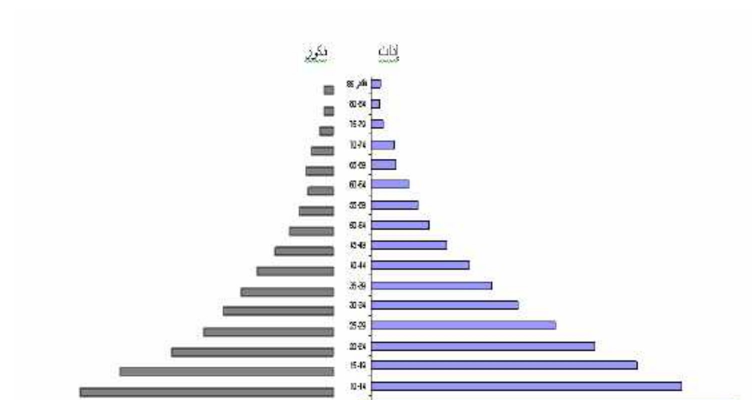
تشير إحصاءات الجدول (6–4) إلى أن نسبة السكان الذين تقل أعمارهم عن 14 سنة بلغت نحو 45.24٪ من إجمالي السكان، بينما بلغت نسبة السكان الذين تتراوح أعمارهم من 15 سنة إلى 64 سنة نحو 51.05٪ من إجمالي السكان، بينما بلغت نسبة الذين تزيد أعمارهم عن 65 سنة حوالي 3.71٪ من إجمالي السكان، ويوضح الشكلان (6–7)، (6–8) الهرم العمري لسكان المملكة العربية السعودية لعام 1421هـ.

الشكل (6–7) الهرم العمري لسكان المملكة العربية السعودية لعام 1421هـ



الشكل (6–8)

الهرم العمري لسكان المملكة العربية السعودية حسب الجنس والفئات العمرية لعام 1421هـ



6–9–4 النمو السكاني في المملكة:

دخلت المملكة العربية السعودية منذ أوائل القرن العشرين طفرة تنموية عمرانية واقتصادية شاملة أعقبها طفرة ديموجرافية، وهذا الوضع يسير مع الاتجاه العالمي الذي مرت به معظم الدول، ولو اختلفت في التوقيت وفي سرعة الانتشار من دولة لأخرى؛ فبعضها بدأها في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر كالدول الأوربية، وتأخر بعضها إلى القرن العشرين كالسعودية ومثيلاتها من دول الخليج العربي.

والنمو السكاني السريع الذي تشهده المملكة وخاصة في النصف الثاني من القرن العشرين يعد مؤشراً حقيقياً على التطبيق المحلي لاتجاهات التطور العمراني والاقتصادي. والتباين في معدل النمو السكاني والعمراني في أنحاء المملكة ولاسيما المدن يعكس الاختلافات في مراحل الطفرة العمرانية والديمجرافية التي وصل إليها كل جزء من مناطق المملكة. وبشكل عام نجد أن التركيبة السكانية للمملكة تتسم بمعدل نمو سكاني مرتفع مقارنة بمعدلات نمو سكان المنطقة العربية حيث وصل معدل النمو السكاني الحالي في المملكة خلال المدة من 1992م إلى 2004 حوالي 2.43٪ سنوياً، وهو معدل نمو متوسط مقارنة بمعدل نمو سكان الكويت ذات معدل النمو السكاني الأقل في المنطقة العربية (0.7٪) وبأعلى معدل

للنمو السكاني في المنطقة متمثلاً في الإمارات العربية المتحدة (5.84٪). ويزيد معدل النمو السكاني للمملكة عن المتوسط السائد في العالم وهو 2.237٪، ويشير معدل النمو السكاني المرتفع بالمملكة إلى زيادة معدلات الخصوبة وزيادة معدلات المواليد، وانخفاض معدلات الوفاة نتيجة التحسن في مجال الرعاية الصحية[1]. ويوضح الجدول (6–5) معدلات النمو السكاني السنوية خلال المدة 1992م إلى 2004م حسب النوع والجنسية.

الجدول (6–5) معدلات النمو السنوية خلال المدة 1992م إلى 2004م حسب النوع والجنسية

معدلات النمو	ذكور	إناث	المجموع
إجمالي السكان	٪2.343	٪2.529	٪2.425
سعوديون	٪2.395	٪2.517	٪2.456
غير السعوديين	٪2.241	٪2.579	٪2.343

المصدر: مصلحة الإحصاءات العامة، وزارة الاقتصاد والتخطيط، 2004م.

يوضح الجدول (6–5) أن معدل النمو الإجمالي لسكان المملكة هو 2.452٪ سنوياً بمتوسط معدل نمو 2.343٪ للذكور، و 2.529٪ للإناث، حيث بلغ معدل نمو السكان السعوديين حوالي 2.465٪ سنوياً، وهو معدل متقارب مع معدل النمو الإجمالي وبمتوسطات نمو متقاربة بين الإناث والذكور. بينما بلغ معدل نمو السكان غير السعوديين حوالي 2.343٪ وهو يقل عن المعدلين السابقين.

6–9–5 التركيب العمالي لسكان المملكة:

تشير أحدث الإحصاءات الصادرة عن وزارة العمل إلى بلوغ إجمالي عدد العاملين في المملكة العربية السعودية حوالي 6.145.564 عامل في نهاية عام 2005م، يستحوذ القطاع الخاص على نحو 5.362.288 عامل بنسبة 87.255٪ من إجمالي العمالة في المملكة، بينما بلغ عدد العاملين في القطاع الحكومي حوالي 783.276 عامل بنسبة 12.745٪ من إجمالي العمالة في المملكة، ويوضح الجدول (2–6) توزيع العمالة في المملكة العربية السعودية حسب التركيب النوعي والجنسي والهيكلي للعام 1426هـ (2005م).

1 الهيئة العامة للاستثمار في المملكة SAGIA، 1428هـ

الجدول (6–6)

توزيع العمالة في المملكة العربية السعودية حسب الجنسية والنوع والقطاع لعام 1426هـ

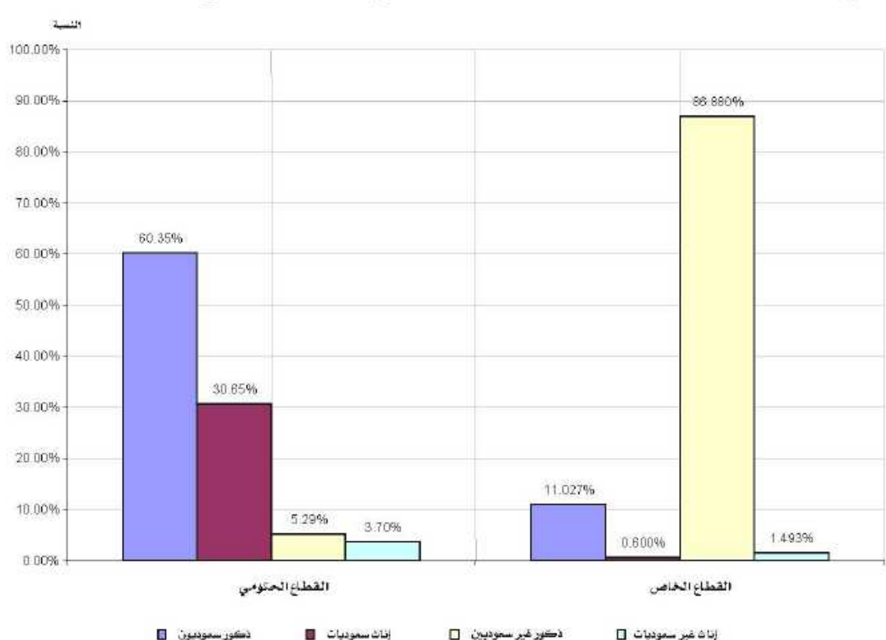
بيان		القطاع الحكومي	القطاع الخاص	الإجمالي
سعوديون	ذكور	472.727	591.280	1.064.007
	إناث	240.108	32.185	272.293
	مجموع	712.835	623.465	1.336.300
غير سعوديين	ذكور	41.436	4.658.744	4.700.180
	إناث	29.005	80.079	109.084
	مجموع	70.441	4.738.823	4.809.264
الإجمالي	ذكور	514.163	5.250.024	5.764.187
	إناث	269.113	112.264	381.377
	مجموع	783.276	5.362.288	6.145.564

المصدر: مؤسسة النقد العربي السعودي، التقرير الثاني والأربعون، 2006م.

توضح بيانات الجدول (6–5) أن القوى العاملة السعودية تشكل نحو 91٪ من القوى العاملة في القطاع الحكومي؛ بينما تمثل القوى العاملة غير السعودية نحو 9٪ من العاملين في هذا القطاع؛ وعلى النقيض من ذلك تستحوذ القوى العاملة غير السعودية على نحو 88.37٪ من حجم القوى العاملة في القطاع الخاص، ولا تزيد نسبة استحواذ القوى العاملة السعودية إلا على نحو 11.63٪ فقط من حجم هذه العمالة، ويوضح الشكل (6–9) توزيع القوى العاملة في المملكة العربية السعودية حسب التركيب النوعي والجنسي والهيكلي للعام 1426هـ (2005م).

الشكل (6–9)

توزيع العمالة في المملكة العربية السعودية حسب النوع والجنس والقطاع لعام 1426هـ (2005م)



وتشير أحدث الإحصاءات الصادرة عن وزارة الخدمة المدنية إلى أن العاملين في القطاع الحكومي (سعوديين، وغير سعوديين) بنهاية عام 2005م ارتفعوا بنسبة 2.6٪ عن عام 2004م، وقد ارتفع عدد العاملين السعوديين في القطاع الحكومي نحو2.6٪ عما كانوا عليه في عام 2004م، بينما بلغ عدد القوى العاملة غير السعودية في القطاع الحكومي وبعد أن كانت في نهاية عام 2004م قد انخفضت بنسبة 0.97٪ عما كانت عليه في عام 2003م إلا أنها عاودت الارتفاع في نهاية 2005م بنحو2.4٪ عما كانت عليه عام 2004م. وبينما ارتفع عدد العاملين السعوديين في القطاع الحكومي الذكور بنهاية عام 2005م بنحو 2٪ عما كان عليه في عام 2004م، إلا أن ارتفاع عدد الإناث العاملات في القطاع الحكومي كان أكبر من الارتفاع في عدد الذكور حيث زادت نسبة الإناث في نهاية عام 2005م بنحو 3.9٪ عما كانت عليه في عام 2004م؛ وهذا نابع من حرص الدولة على زيادة مشاركة المرأة في النشاط الاقتصادي.

أما بالنسبة للعاملين في القطاع الخاص ومع زيادة نشاط القطاع الخاص في قطاعات الإنتاج والاستثمار، تزايدت إسهاماته في التوظيف حيث أصبح القطاع الخاص يستوعب أكثر من 87.255٪ من إجمالي القوى العاملة في المملكة في نهاية عام 2005م، مقابل نحو 12.745٪ في القطاع الحكومي. ومع أن السياسات المتبعة في الماضي كانت تشجع المواطنين على العمل في القطاع الحكومي؛ إذ بلغ متوسط معدل نمو القوى العاملة السعودية في القطاع الحكومي خلال المدة 1390—1405هـ (1969—1984م) نحو 8.6٪ سنوياً مقابل ما نسبته 0.56٪ فقط للقطاع الخاص، إلا أن زيادة مشاركة القوى العاملة الوطنية في القطاع الحكومي، وتقلص الفرص الوظيفية فيه، دفعت نحو ضرورة زيادة مستوى التوظيف في القطاع الخاص من جهة ومشاركته في تكوين المهارات وتنميتها من جهة أخرى، ويعزز هذا التوجه القدرة على تنفيذ أهداف وبرامج السعودة بصورة عامة، وزيادة مشاركة المرأة في النشاط الاقتصادي بصورة خاصة.

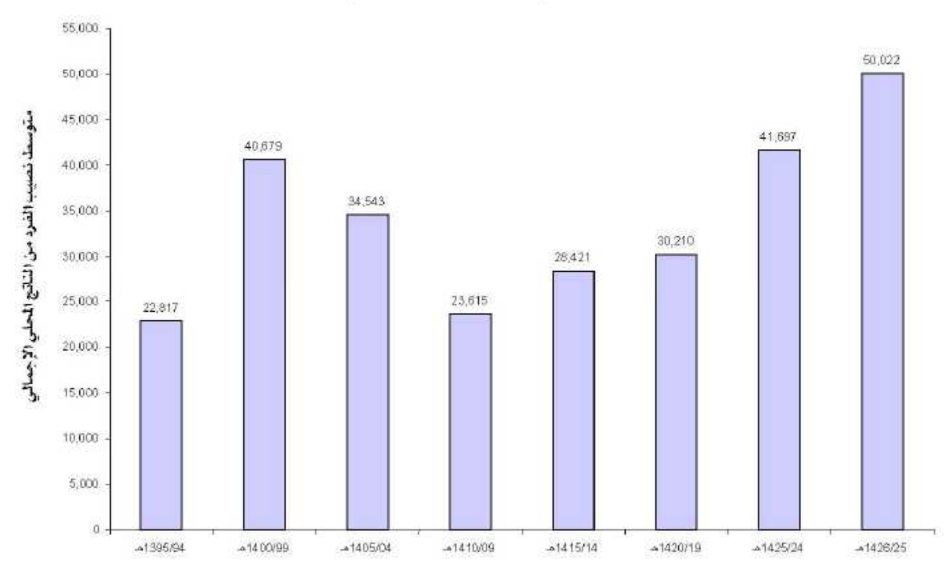
وتشير أحدث الإحصاءات الصادرة من وزارة العمل إلى أن عدد العاملين (سعوديين، وغير سعوديين) في القطاع الخاص قد ارتفع في نهاية عام 2005م بحوالي 15.4٪ عن ما كانت عليه عام 2004م، وبالرغم من ضآلة إسهام القوى العاملة السعودية في حجم القوى العاملة في القطاع الخاص، إلا إنها ارتفعت في نهاية عام 2005م بنسبة 28.4٪ عما كانت عليه في 2004م، وهي نسبة أعلى من نسبة ارتفاع غير السعوديين خلال تلك المدة، حيث بلغت نسبة الارتفاع في أعداد غير السعوديين في نهاية عام 2005م نحو 13.7٪ عما كانت عليه في عام 2004م.

6—9—6 متوسط الدخل الفردي من الناتج المحلي الإجمالي:

تشير إحصاءات الجدول إلى أن نمو متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي؛ بلغ نحو 50022 ريال سعودي في عام 2006م حيث ارتفع بنحو 19.97٪ عما كان عليه في عام 2004م، ويوضح الشكل (6—10) تطور متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي (بالأسعار الجارية) خلال المدة من 1395هـ (1974م) إلى 1426هـ (2005م).

الشكل (6–10)

تطور متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي (بالأسعار الجارية) خلال المدة من 1395هـ (1974م) إلى 1426هـ (2005م)



المصدر: وزارة الاقتصاد و التخطيط، منجزات خطط التنمية، الإصدار الثالث والعشرون جدول رقم 1–19 أ، 2006م

6–9–7 التركيب التعليمي لسكان المملكة:

تتفاوت التركيبة التعليمية للسكان من مجموعة سكانية لأخرى، وتتباين مستوياتها من منطقة جغرافية إلى أخرى، ويوضح الجدول (6–7) التركيبة التعليمية للسكان (من عمر 10 سنوات فأكثر) حسب الجنس والحالة التعليمية لعام 1421هـ.

الجدول (6–7)

التركيبة التعليمية للسكان (من عمر 10 سنوات فأكثر) حسب الجنس والحالة التعليمية لعام 1421هـ

الحالة التعليمية	ذكور	إناث	الإجمالي
أمي	930.905	1.698.269	2.629.174
يقرأ ويكتب	1.503.118	1.191.604	2.694.722
الشهادة الابتدائية	1.926.646	1.310.384	3.237.030
الشهادة المتوسطة	1.579.440	960.659	2.540.099
الشهادة الثانوية	1.302.025	872.385	2.174.410

الحالة التعليمية	ذكور	إناث	الإجمالي
دبلوم دون الجامعة	279.832	169.442	449.274
جامعي	687.754	385.022	1.072.776
دبلوم عال/ ماجستير	53.404	13.548	66.952
دكتوراة	17.929	4.715	22.644
الجملة	8.281.053	6.606.028	14.887.081

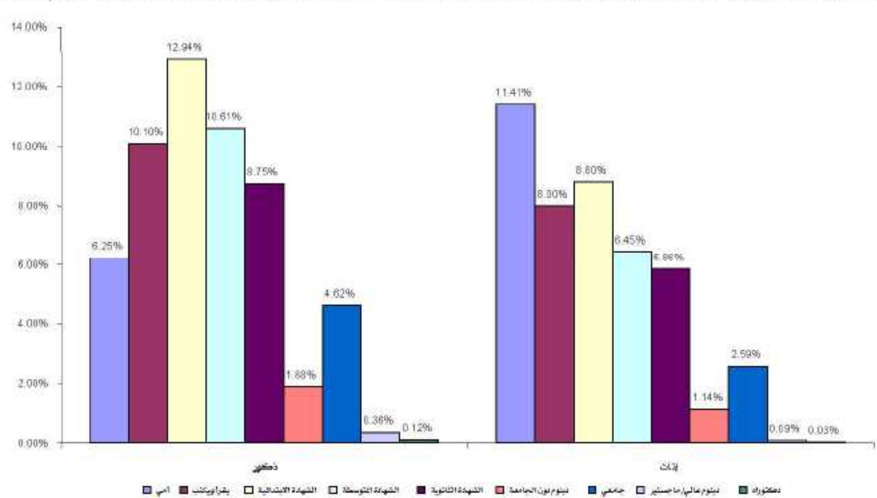
المصدر: الكتاب الإحصائي السنوي، مصلحة الإحصاءات العامة، وزارة التخطيط، العدد 37، 2001م.

وتشير إحصاءات الجدول (6–7) إلى أن نسبة الأمية للسكان بلغت حوالي 17.66٪ من جملة السكان (من عمر 10 سنوات فأكثر)، بينما نسبة الذين يقرؤون ويكتبون بلغت نحو 18.10٪ من جملة السكان (من عمر 10 سنوات فأكثر)، بينما بلغت نسبة الحاصلين على شهادات تعليمية (شهادة ابتدائية فما فوق) نحو 64.24٪ من جملة السكان (من عمر 10 سنوات فأكثر).

وتوضح إحصاءات الجدول السابق أن نسبة الأمية في الإناث – التي بلغت نحو11.41٪ من جملة السكان (من عمر 10 سنوات فأكثر) – تزيد بما يقارب الضعف عن نسبة الأمية في الذكور والتي بلغت نحو 6.25٪ من جملة السكان (من عمر 10 سنوات فأكثر)، وهذا يعكس سمة أخرى للتركيبة التعليمية للسكان (من عمر 10 سنوات فأكثر) وهي أن نسبة مشاركة الذكور في التعليم أكبر من نسبة مشاركة الإناث، حيث تشير إحصاءات الجدول إلى أن نسبة الذكور الحاصلين على شهادات تعليمية (شهادة ابتدائية فما فوق) بلغت نحو 39.28٪ من جملة السكان (من عمر 10 سنوات فأكثر).، بينما بلغت نسبة الإناث نحو 24.96٪ من جملة السكان (من عمر 10 سنوات فأكثر)، ويوضح الشكل (2–11) التركيبة التعليمية للسكان (من عمر 10 سنوات فأكثر) حسب الجنس والحالة التعليمية لعام 1421هـ.

الشكل (6–11)

التركيبة التعليمية للسكان (من عمر 10 سنوات فأكثر) حسب الجنس والحالة التعليمية لعام 1421هـ



المصدر: الكتاب الإحصائي السنوي، مصلحة الإحصاءات العامة، وزارة التخطيط، العدد 37، 2001م.

6–10 تحديات ومعوقات تنمية الموارد البشرية:

على الرغم من أن المجتمعات العربية غنية بمواردها البشرية، إلا أن هذه الثروة البشرية، تواجه تحديات مستقبلية في سوق العمل لأسباب داخلية وخارجية فرضتها العولمة بمختلف جوانبها واتجاهاتها. هذه التحديات تراكمت منذ سنوات عدة نتيجة قصور خطط التنمية أو ضعف الإدارة العامة وتفشي الأمية بأنواعها (التعليمية، والمعلوماتية)، والبطالة بأنواعها وتراجع مستويات التعليم بمختلف مراحله، وضعف نوعية التدريب والتأهيل المهني والفني، وتدني دور البحث العلمي. كل هذا أدى إلى انخفاض كبير في إنتاجية المجتمع ككل، وضعف معدلات النمو، وهناك الكثير من تحديات ومعوقات تنمية الموارد البشرية، نذكر منها على سبيل المثال:

1. الأمية التعليمية (القراءة والكتابة)، حيث تعتبر الأمية من أهم معوقات التنمية الاقتصادية والاجتماعية، وذلك لأنها تؤثر سلباً على الإنتاج والاستهلاك، فإنتاجية الفرد الأمي بصفة عامة أقل من إنتاجية الفرد الذي يقرأ ويكتب، كما أن مقدرة الأمي على اكتساب الخبرات واستيعاب

الإرشادات الفنية منخفضة، بالإضافة إلى عدم قابليته لتغيير طرق ووسائل الإنتاج التقليدية التي تعود عليها واستبدال الوسائل والطرق الحديثة بها.

2. قصور نظام التعليم وسوء نوعيته، حيث ترتكز معظم النواحي الاقتصادية للتعليم على مدى التحصيل الدراسي، أو "كم" التعليم، وهذا يبدو منطقياً من منظور كل من التحليل والسياسة؛ إذ من السهل قياس كم الدراسة وتتبعها، ولكن هذا يشوه السياسات، وقد يؤدي إلى احتمال اتخاذ قرارات رديئة لا تصب في تحقيق الأهداف المنوطة بالتعليم. إن تحديات السياسة التي تواجه المجتمعات في القرن الحادي والعشرين – بما في ذلك المجتمعات النامية – هي تلك التي تتعلق "بالنوعية" أكثر مما تتعلق "بالكم" وهذا بسبب تردي نوعية التعليم المتاح، ما يفقد التعليم هدفه التنموي والإنساني من أجل تحسين نوعية الحياة وتنمية القدرات الإبداعية. كذلك فإن عدم تحديد أولويات التعليم بما يتناسب مع سوق العمل يعتبر من أهم التحديات، حيث إن فاعلية التعليم لا تزال قليلة في سوق العمل، حيث ما زال التعليم في بعض المجتمعات خصوصاً النامية منها يركز منها على التخصصات النظرية والأدبية والتطبيقية البسيطة، التي قد لا يكون لها علاقة قوية بسوق العمل.

3. ضعف المهارات الفنية للكوادر البشرية نتيجة ضعف أنظمة التعليم والتدريب والتأهيل المهني والفني، فقد أشارت العديد من الدراسات إلى ضعف إنتاجية المجتمعات العربية، ومن ثم الموارد البشرية فيها، فمتوسط الناتج الوطني للدول العربية مجتمعة يقل عن متوسط الناتج الوطني لبلد أوربي واحد، وهو ليس أكثر ثراء كأسبانيا أو إيطاليا[1] مع العلم أن عدد سكان الدول العربية يفوق بأضعاف سكان هاتين الدولتين. وقد يرجع ضعف أنظمة التعليم والتدريب والتأهيل المهني والفني إلى عدم وجود التمويل الكافي والوقت الكافي للتدريب والتأهيل، وكذلك إلى غياب

---

1 شعبان، محمد حسن. "التحديات المعصرة أمام الموارد البشرية العربية وسبل التغلب عليها"، معهد الإدارة العامة، عدد 4، الرياض، نوفمبر 2006م.

خطة تدريبية إستراتيجية ذات أهداف تنموية، بالإضافة إلى عدم شمولية التدريب والتأهيل المهني والفني للمستويات كافة.

4. انتشار الأمية المعلوماتية، وتسمى أحياناً بالأمية الرقمية، أو الحاسوبية وهي نتيجة لعدم إدخال الحاسب الآلي بشكل فعلي في التعليم والإنتاج، وعدم الاعتماد على تقنية شبكات المعلومات والاتصالات.

5. ارتفاع نسب البطالة الصريحة والبطالة المقنعة، نتيجة لقصور خطط التنمية في العديد من المجتمعات النامية بصفة عامة، والعربية على وجه الخصوص.

6. نقص الكفاءات العلمية والمهنية، وهجرة العقول العلمية والمهنية في أنواع التخصصات شتى.

7. العولمة، وانفتاح الأسواق، ففي ظل الأسواق المفتوحة يتحول رأس المال البشري إلى رأس مال عابر للحدود، يتدفق من دولة لأخرى دون أي حواجز. الأمر الذي يقلل من الأهمية النسبية للعمالة المواطنة خصوصاً بعد مزاحمة ومنافسة العمالة الأجنبية المدربة والمؤهلة علمياً ومهنياً والرخيصة والمدربة بشكل أفضل. وعلى النقيض من هذا تزايد هجرة العقول الوطنية المتعلمة والخبيرة في التخصصات العلمية والعملية شتى.

6-11 طرق ووسائل تنمية الموارد البشرية:

تشكل الموارد البشرية ركناً أساسياً ومهماً في العملية الإنتاجية للمجتمع، ولقد كان لوظيفة هذه الموارد الدور الأساس والكبير في زيادة الدخل الوطني للمجتمع البشري في مختلف مراحله التنموية. واستناداً إلى هذا فإن تنمية وتطوير الموارد البشرية تعتبر أساساً للتنمية البشرية المستدامة والشاملة في مختلف بلدان العالم، وتكتسب الموارد البشرية في الوقت الحاضر أهمية كبرى في ظل تعاظم التقدم المعرفي والتقني، حيث تعتبر تنمية الموارد البشرية في الوقت الحاضر من أهم أولويات التنمية الاقتصادية والاجتماعية لكثير من المجتمعات خصوصاً النامية منها، ومن وسائل تنمية الموارد البشرية، على سبيل المثال:

1. تحسين نوعية التعليم سواء عن طريق المدارس أو عن طريق وسائل بديلة، فالتعليم يوفر منافع اقتصادية واجتماعية كثيرة وكبيرة. كما يسهم التعليم في بناء مجتمعات ونظم سياسية واقتصادية قوية، ويؤدي إلى تحسين الصحة ورفع مستوى الكفاءة الاقتصادية وتحقيق مستوى أعلى من الرفاهية للمجتمع ككل. ويمكن تحسين نوعية وكفاءة التعليم عن طريق إجراء مناقشات مفتوحة على الأصعدة الوطنية والإقليمية والدولية لتحديد أهداف التعليم واستخدام معايير الجودة لتقييم نظمه واعتماده. والالتزام بتحسين فاعلية التعليم وكفاءته الاقتصادية في تحقيق تلك الأهداف، سواء من خلال التعليم الرسمي أو من خلال وسائل بديلة أخرى، وذلك من خلال إجراء تجارب دقيقة على الأساليب والتقنيات التربوية البديلة، وإجراء دراسات مقارنة لأفضل البلدان من حيث الأداء. حيث توضح النماذج والدراسات أن تحسين نوعية تعليم رأس المال البشري يسهم بشكل أو بآخر في تحقيق الرفاهية الاقتصادية، وزيادة معدلات النمو، وتحقيق العدالة الاجتماعية. فحينما يكون المجتمع أكثر تعلماً فإن ذلك يؤدي إلى مستوى توظيف أعلى وإلى معدلات أعلى من الابتكار والاختراع، ويجعل المجتمع أكثر إنتاجية وأكثر تطوراً. كما أكدت البحوث والدراسات العلمية أن فروق النمو بين البلدان يعزى إلى فروق في التحصيل الدراسي. حيث وجدت هذه الدراسات ارتباط بين النمو الاقتصادي والمستوى التعليمي والتحصيل الدراسي، حيث يرى عدد من الباحثين والدارسين في هذا المجال أن نوعية التعليم تعتبر قوة دافعة خلف النمو الاقتصادي وتحسين مستويات المعيشة.

2. التدريب والتأهيل المهني والفني، حيث يلعب التأهيل والتدريب المستمرين دوراً مهماً في تحسين وظيفة الموارد البشرية كماً ونوعاً، وزيادة قدرتهما التنافسية داخلياً وخارجياً، ومن ثم زيادة إنتاجية المجتمع. ولقد خصصت المملكة العربية السعودية في خطة التنمية الثامنة (2005–2010م) قرابة 70 ملياراً سنوياً لتنمية الموارد البشرية، أي بزيادة 15 مليار عن خطة التنمية السابعة، وذلك من أجل التوسع الكمي والنوعي في خدمات التدريب

العلمية والتطبيقية، مما يفترض أن يؤدي إلى زيادة قدرة المجتمع على الاندماج في الاقتصاد العالمي.

3. تطوير منظومة البحث العلمي في تحسين وظيفة الموارد البشرية؛ حيث أشار تقرير التنمية الإنسانية 2003م إلى أن هناك فجوة معرفية بين الدول العربية والمتقدمة في مجال الإنتاج المعرفي والعلمي، وبخاصة في مجال نشاط البحث العلمي والتطبيقي. ويرى التقرير أن من أهم الأسباب التي أدت إلى هذه الفجوة عدم وجود نظم فعالة للابتكار ولإنتاج المعرفة في البلدان العربية، وغياب سياسات رشيدة تضمن تأهيل القيم والأطر المؤسسية الداعمة لمجتمع المعرفة. وعمق هذه المشكلة الاعتقاد الخاطئ بإمكان بناء مجتمع المعرفة من خلال استيراد نتائج العلم واستيراد التقنية. حيث تشير الإحصاءات إلى أن عدد المراكز البحثية، ومنظمات البحث والتطوير والمؤسسات الاستشارية وبيوت الخبرة وغيرها من المؤسسات ذات الصلة لا تكفي لانطلاقة بحثية ومعرفية جيدة، ويعزى هذا إلى غياب الرؤية الواضحة لأهمية البحث والتطوير باعتباره ضرورة مجتمعية وجزءاً أساسياً من البنية التقنية والعلمية اللازمة لتطوير المجتمع.

4. مكافحة البطالة الصريحة والبطالة المقنعة (خاصة في القطاع الحكومي) لزيادة فاعلية وكفاءة استغلال الموارد البشرية، بتشجيع الاستثمار وتحسين ظروفه، وتشجيع القطاع الخاص وزيادة مشاركته في العملية التنموية.

5. القضاء على الأمية الأولى (أمية القراءة والكتابة) والأمية الثانية (أمية التعامل مع الحاسب الآلي) وخاصة في صفوف العاملين في الشركات والمؤسسات الإنتاجية والخدمية، ويكون ذلك من خلال وضع خطط إستراتيجية وأخرى سريعة آنية لمكافحة الأمية بنوعيها.

6. الاهتمام بالرعاية الصحية كعامل مهم لتنمية الموارد البشرية، حيث تعتبر الرعاية الصحية صمام الأمان للمحافظة على الموارد البشرية وزيادة قدرتها الإنتاجية، فالرعاية الصحية تزيد إنتاجية العمل مما يزيد الدخل الوطني والفردي.

7. الرعاية الاجتماعية، تستهدف الرعاية الاجتماعية محاربة أو تخفيف وطأة الفقر، الذي يعتبر هدراً للموارد البشرية مما يتحتم السعي إلى تقليله إن لم يمكن إزالته، وتهدف الرعاية الاجتماعية إلى توزيع الفرص الاقتصادية بطريقة عادلة لتحسين توزيع الدخل وإعادة توزيعه لمصلحة الطبقات الفقيرة بزيادة متوسط نصيب الفرد من إجمالي الناتج الوطني، إضافة إلى تنمية المناطق الريفية والبدوية، وغيرها من السياسات.

8. تبني برامج الوعي السكاني والصحي للأسرة كبرامج تحديد النسل، والصحة الإنجابية وغيرها.

تمارين الفصل السادس

س1) في مرحلة من عمر الأرض قبل 307 سنة أي عام 1700م كان عدد سكان الأرض 700 مليون نسمة، فأصبح في عام 2000م 6 بليون نسمة، فما هو معدل نمو سكان الأرض في تلك الحقبة؟ وما هي سنوات التضاعف الزمني في هذه الحالة؟

س2) إذا كان معدل نمو سكان العالم في عام 2000م 1.5٪ فما هو المضاعف الزمني لسكان الأرض؟ وكم سيكون عدد سكان الأرض عام 2020م وعام 2050م؟

س3) إذا كان عدد سكان المملكة في عام 1992م هو 16.9 مليون نسمة ومعدل النمو الطبيعي آنذاك هو 3.2٪ فكم سيكون عدد سكان المملكة عام 2000م وعام 2005م وعام 2010م وعام 2015م وعام 2020م؟

س4) إذا كان متوسط استهلاك الفرد من الماء في السعودية 650 لتر يومياً (650 ليتر = 1 متر مكعب) فكم سيكون استهلاك مدينة الرياض من الماء عام 2004م إذا كان عدد السكان 4.5 مليون نسمة، وعام 2010م وعام 2015م وعام 2020م إذا كان معدل النمو السكاني للرياض 4٪؟

س5) إذا كان عدد سكان الأرض قبل 300 سنه هو نصف مليار نسمة (أي 500 مليون) وأصبح الآن 4 مليار نسمة، فما هو معدل النمو السكاني خلال هذه المدة، إذا افترضنا أن معدل النمو الهندسي مستمر؟

س6) إذا كان معدل نمو سكان الأرض عام 2000 يساوي (1.8٪)؛ وعدد سكان الأرض آنذاك هو 5.2 مليار نسمة، إذا ستمر معدل النمو السكاني ثابتاً لمدة 500 سنه، فكم سيكون عدد سكان الأرض عام 2500؟

س7) قدر اختصاصيو الإحصاء السكاني أن عدد سكان الأرض عام 1850م بمليار نسمة، وأنه أصبح في عام 1975م 4 مليار نسمة، فما هو معدل النمو السكاني خلال تلك المدة على الأرض؟

س8) لنفترض أن عدد سكان قارة منعزلة شخصان (2 نسمة) أحدهما ذكر والآخر أنثى، وقاما بالتوالد والنمو لمدة 2.2 مليون سنة، حتى أصبح عددهم 4 مليار نسمة، فما هو معدل النمو السكاني الذي أدى إلى هذه النتيجة؟

س9) مجتمع سكاني دالة نموه $g = P\left(1-be^{-k\cdot t}\right)$، حيث؛ P، b، k كميات ثابتة، أوجد معدل النمو لهذا المجتمع عند t من الزمن مع التمثيل البياني لدالة النمو.

س10) وضح خصائص السكان في المملكة العربية السعودية موضحاً معدلات النمو السكاني لهذا البلد.

س11) تكلم عن أهم تحديات تنمية الموارد البشرية موضحاً وسائل وطرق مواجهة هذه التحديات.

س12) مستخدماً الجدول (6—3) أوجد عدد سكان المملكة الإجمالي، وحسب المناطق الإدارية المتوقع من عام 2004م وحتى عام 2034م؛ إذا استمرت معدلات النمو السابقة لنمو السكان في المملكة.

مراجع الفصل السادس

- ابن عبيد، أحمد بن سليمان، 1424هـ. اقتصاديات العمل، دار الزهراء، الرياض.
- الخريف، رشود محمد. السكان: المفاهيم والأساليب والتطبيقات، 1423هـ، 2003م.
- زكي، رمزي. المشكلة السكانية وخرافة المالتوسية الجديدة، 1984م، الكويت، عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب.
- شعبان، محمد حسن. "التحديات المعصرة أمام الموارد البشرية العربية وسبل التغلب عليها"، معهد الإدارة العامة، عدد 4، الرياض، نوفمبر 2006م.
- ناصر، خديجة عمر. تنمية الموارد البشرية في المملكة العربية السعودية ودول مجلس التعاون الخليجي، 1998م. مركز الدراسات العربي الأوربي، فرنسا.
- Birdsall, Nancy (1988), Economic Approaches of Development Economics. I. Amsterdam, North–Holland, PP.477–542.
- Bongaarts, John (1994), Population Policy Options in the Developing World, Science, 263, Feb, PP.771–776.
- Espneshade, Thomas and William Serow, 1978, The Economic Consequences of Showing Population Growth, Acadimic Press. N.Y..N.Y.10003.
- Kelly, A.C. "Economic Consequences of Population Change in The Third World" Journal of Economic Literature, 26, 1988.
- Pollard, A, Yusef, Farhot, and G Pollard, Demographic Techniques. Pergmon Press inc..N.Y.U.S.A,1983.
- Schultz, T.P "Economics Of Population", Reading Addition–Wesley, 1981.
- Sen, Amartya.K (1982), Poverty and Famines: An Essay on Entitlement and Deprivation, Oxford: Clarendom Press.
- United Nations (1992), World Populations Prospects 1990, N. Y. U. N.
- Wundch, Gruillaume and Marc Termote, Introduction To Demographic Analysis: Principlis and methods, 1978, Plenum Press, N.Y.,N.Y.

الملحق الرياضي

Mathematical Appendix

- تمهيد.
- الأنموذج الاقتصادي.
- أنواع الدوال والمعادلات.
- التفاضل.
- التكامل.
- تمارين الفصل السابع.
- مراجع الفصل السابع.

7–1 تمهيد:

نحاول في هذا الملحق الرياضي مراجعة أهم المفاهيم الرياضية اللازمة لفهم الموضوعات المطروحة في هذا الكتاب. وهذه المفاهيم الرياضية ليست بالجديدة على غالبية طلاب السنة الثانية في المرحلة الجامعية فمعظمها تم تناولها في المراحل الثانوية أو السنة الأولى من الجامعة؛ ولكن التذكير بها ومراجعتها في إطار ما يستعرضه الكتاب من مفاهيم اقتصادية للموارد الطبيعية والبيئة سيكون له قيمته الإيجابية.

7–2 الأنموذج الاقتصادي:

الأنموذج الاقتصادي هو تبسيط للعلاقات الاقتصادية لموضوع أو ظاهرة اقتصادية يضم أهم علاقة أو علاقات بين المتغيرات الاقتصادية في هذا الموضوع. وبشكل عام فإن الأنموذج الاقتصادي هو تطبيق اقتصادي للنمذجة أو للأنموذج في مفهومه العام الذي يمثل بعض عناصر العالم الحقيقي للظاهرة أو الموضوع الاقتصادي، ويتضمن أهم عناصر الموضوع المراد دراسته. وعادة ما يمكن توضيح هذا الأنموذج بطرق مختلفة منها الطريقة الوصفية ويسمى في هذه الحالة بالأنموذج الوصفي، والطريقة البيانية ويسمى في هذه الحالة بالأنموذج البياني، وأخيراً الطرق الرياضية ويسمى في هذه الحالة بالأنموذج الرياضي، . ومن أهداف وضع الأنموذج الاقتصادي:

1. استخدامه في تحليل الهيكل الاقتصادي.
2. توضيح طبيعة واتجاه العلاقة أو العلاقات المهمة بين المتغيرات الاقتصادية.
3. كما يمكن استخدامه في التنبؤ.
4. كما أنه يعد أداة لتقييم السياسات المطبقة أو المقترحة.

وكمثال للأنموذج الاقتصادي، يمكن أن نأخذ العلاقة بين الكمية المعروضة من سلعة و سعر هذه السلعة.

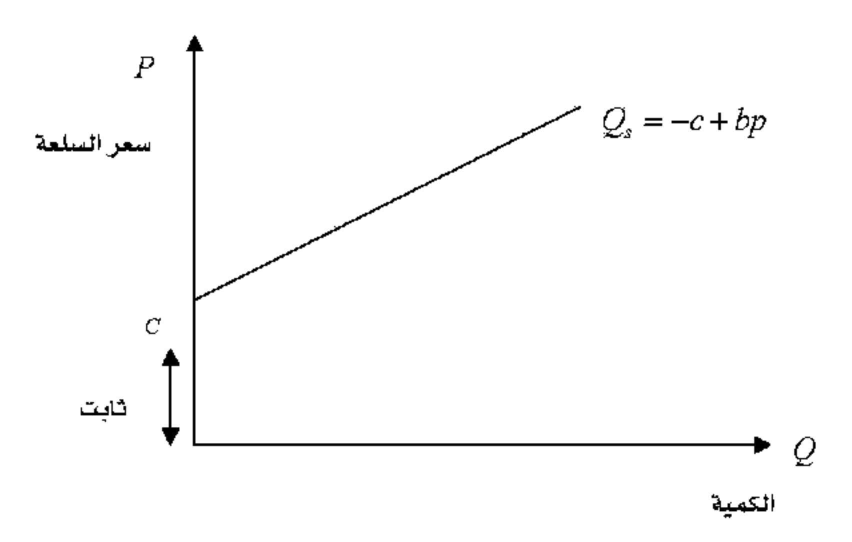
حيث يقول الأنموذج الوصفي: إنه كلما زاد سعر السلعة زادت الكمية المعروضة منها، مع افتراض بقاء الأشياء الأخرى على حالها.

ويمكن التعبير عنه رياضياً عن طريق العلاقة بما نسميه الأنموذج الرياضي

$$Q_s = -c + bp$$

بينما يمكن التعبير عن العلاقة نفسها بالأنموذج البياني الذي يوضحه الشكل (7–1).


الشكل رقم (7–1) العلاقة البيانية لدالة العرض



ويوضح الرسم البياني والمعادلة الرياضية لأي إنموذج أو علاقة ثلاثة أمور هي:

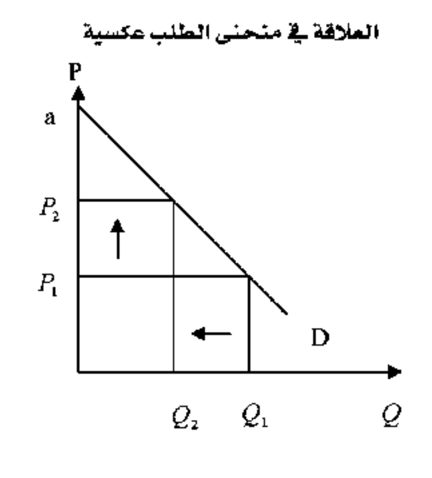
1. طبيعة العلاقة بين المتغيرات (خطية أم غير خطية).
2. اتجاه العلاقة بين المتغيرات [طردية (موجبة) أم عكسية (سالبة)].
3. حجم التأثير الحدي بين المتغيرات (الميل).

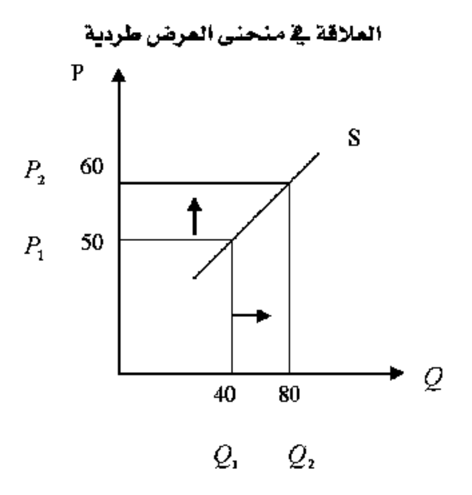
وفي العلاقة الخطية كالمثال السابق يكون الميل ثابتاً، أما في العلاقة غير الخطية فإن الميل يكون غير ثابت. ونلاحظ في الأنموذج الرياضي أن هناك متغيرات، أحدها تابع والآخر واحد أو أكثر تكون مستقلة. فالمتغير المستقل

(الخارجي) في المثال السابق هو السعر P . كذلك هناك معالم أو ثوابت وهي المعاملات التي لا تتغير ولكنها تقوم بربط المتغير المستقل (الخارجي) مع المتغير التابع، وهي قد تكون عدداً أو رمزاً مثل C و b كما في الأنموذج السابق. بينما المتغير التابع هنا هو الكمية المعروضة Q_S حيث إنه تابع للتغير الحادث في المتغير المستقل (وهو في هذه الحالة السعر P).

ويوضح الشكلان الآتيان طبيعة العلاقة بين المتغيرات فإحداهما عكسية (سالبة) والأخرى طردية (موجبة).

الشكل رقم (7–2) العلاقات البيانية لمنحنى الطلب ولمنحنى العرض





حيث؛ $Q_d = a - bp$ هي دالة الطلب بينما $Q_S = -c + dp$ هي دالة العرض، ويمكن توضيح حجم التأثير الحدي بين المتغيرات عن طريق الميل أو المرونة بناءً على نوع الأنموذج.

الميل؛ يمثل الميل اقتصادياً معدل تأثير متغير اقتصادي على متغير آخر، أو معدل تغير المتغير التابع الناتج لتغير في المتغير المستقل؛ ويعبر عنه رياضياً بما يأتي:

$$m \text{ الميل} = \frac{\Delta \text{ في المتغير التابع}}{\Delta \text{ في المتغير المستقل}}$$

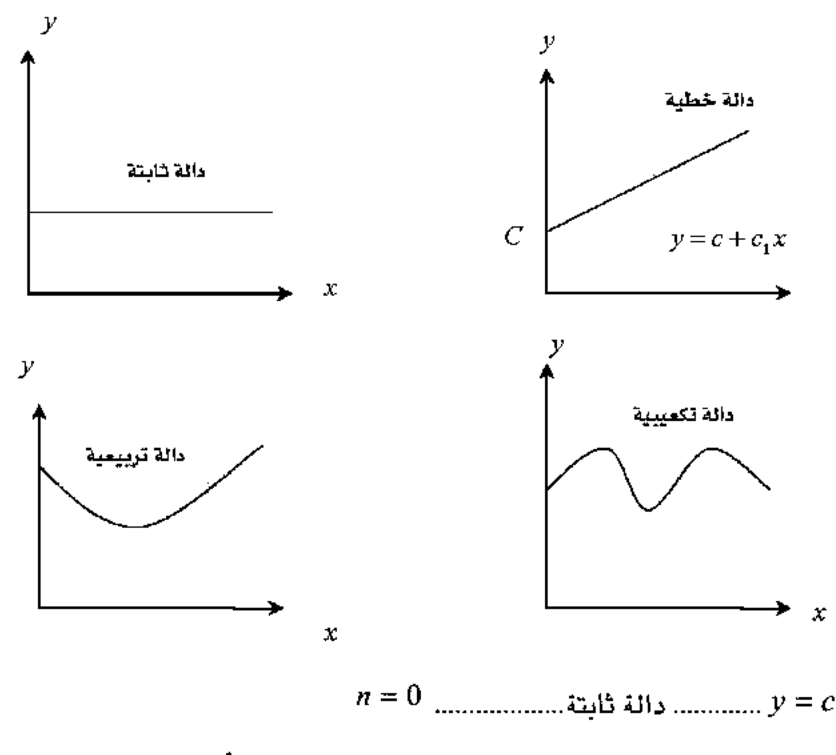
حيث Δ هنا ترمز إلى التغير.

ففي حالة منحنى العرض السابق يكون الميل: $\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{80-40}{60-50} = \frac{40}{10} = 4$

7–3 أنواع الدوال والمعادلات:

يعتمد نوع الدالة على أعلى قوة (أس) يرفع إليه أي متغير فيها. فالدالة الخطية أعلى أس فيها هو واحد، بينما الدالة التربيعية أعلى أس فيها هو 2، بينما الدالة التكعيبية أعلى أس فيها هو 3، وهكذا. وتوضح الأشكال الآتية بعض أنواع الدوال المعتادة التي يمكن استخدامها في الأدبيات الاقتصادية.

الشكل (7–3) أنواع الدوال



$y = c$ .... دالة ثابتة.................. $n = 0$

$y = c + c_1 x$ .... دالة خطية أو من الدرجة الأولى..... $n = 1$

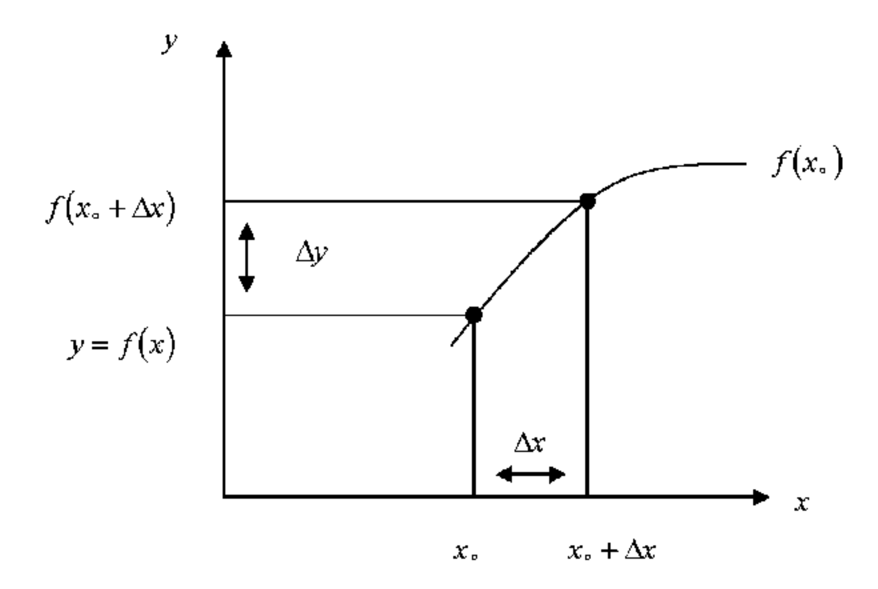
$y = c_\circ + c_1 x + c_2 x^2$ .. دالة تربيعية أو من الدرجة الثانية.. $n = 2$

$n = 3$ .. دالة تكعيبية أو من الدرجة الثالثة.. $y = c_\circ + c_1 x + c_2 x + c_3 x^3$

4-7 التفاضل:

يعرف التفاضل بأنه معدل التغير في الدالة الناتج عن التغير في المتغير المستقل تغيراً صغيراً جداً (لحظي)، ويوضح الشكل (7-4) هذا التغير.

الشكل (7-4) تفاضل الدالة بيانياً



فإذا كانت لدينا الدالة المستمرة في المجال $y = f(x)$ ؛ وإذا كان هناك تغير صغير في X مقداره Δx بحيث تنتقل x من النقطة X_0 إلى النقطة $x_0 + \Delta x$ فإن الدالة y ستتغير بـ Δy لتصبح:

$$y + \Delta y = f(x_o + \Delta x)$$

وبذلك يكون التغير الذي حصل للدالة Y هو:

$$\Delta y = f(x + \Delta x) - f(x)$$

حيث Δy تعبر عن التغير في قيمة الدالة Y المقابلة للتغير في x أي Δx ويقسمة المعادلة على Δx نحصل على متوسط معدل التغير أو معدل التغير للدالة y.

$$\frac{\Delta y}{\Delta x}=\frac{f(x_o+\Delta x)-f(x_o)}{\Delta x}$$

التفاضل أو المشتقة: هو التغير في Y الناجم عن التغير x بـ Δx بحيث إن ΔX التغير في x صغير جداً أو يصل إلى صفر.

ونرمز للتغير في Y أو مشتق الدالة $Y = F(X)$ بأنه:

$$\frac{dY}{dX}=F'(X)=\lim_{\Delta X\to 0}\frac{\Delta Y}{\Delta X}$$

7–4–1 قواعد التفاضل:

(1) تفاضل دالة مقدار ثابت

إذا كانت الدالة $Y = C$ ، فإن $F'(X)=\frac{dY}{dX}=0$

(2) تفاضل دالة لمتغير واحد

إذا كانت الدالة $Y = 5X$ ، فإن $F'(X)=\frac{dY}{dX}=5$

(3) تفاضل الدالة الآسية

إذا كانت الدالة $Y = CX^n$

حيث C عدد أو مقدار ثابت و n أس (قوة) بينما المتغير هو X ، وهو عدد ع موجب أو سالب، فإن مشتقة الدالة y هي:

$$F'(X)=\frac{dY}{dX}=nCX^{n-1}$$

مثال (1)

إذا كانت لدينا الدالة $Y = 5X^2$

فإن المشتقة هي: $\frac{dY}{dX}=F'(x)=2(5)x^{2-1}=10x$

مثال (2)

إذا كانت لدينا الدالة $Y = 5X^4$

فإن مشتقة y بالنسبة لـ x هي: $\frac{dY}{dX} = 20X^3$

(4) تفاضل مجموع أو فرق الدوال

إذا كان لدينا دالتان هما $f(x)$ و $g(X)$ بحيث تكون الدالة y هي:

$$y = f(X) \mp g(X)$$

فإن مشتقة الدالة y هي:

$$\frac{dy}{dx} = f'(X) \mp g'(X)$$

أي إن مشتقة مجموع (أو طرح) دالتين يساوي مجموع (أو طرح) مشتقة الدالتين.

مثال (1)

إذا كانت الدالة y هي: $y = 2x + 4x^2$

فإن مشتقة الدالة y بالنسبة لـ x هي: $\frac{dy}{dx} = 2 + 8x$

مثال (2)

إذا كانت الدالة y هي: $y = 2x^4 - 2x^2$

فإن مشتقة الدالة y بالنسبة لـ x هي:

$$\frac{dy}{dx} = 8x^3 - 4x$$

$$\frac{dy}{dx} = (4)2x^{4-1} = 2(2)x^{(2-1)}$$

(5) تفاضل حاصل ضرب دالتين

إذا كانت لدينا دالتان هما $f(x)$ و $g(x)$ ودالة ثالثة هي y ، حيث y هي: $y = f(x).g(x)$ ، فإن مشتقة الدالة y بالنسبة لـ x تكون:

$$\frac{dy}{dx} = f'(x).g(x) + g'(x).f(x)$$

مثال (1)

إذا كانت الدالة y هي: $y = (2x+3).(3x^2)$

فإن مشتقاتها هي

$$\frac{dy}{dx} = (2)(3x^2) + 6x(2x+3)$$

$$\frac{dy}{dx} = 6x^2 + 12x^2 + 18x$$

مثال (2)

إيجاد دالة إيراد حدي من دالة إيراد متوسط.

إذا كانت لدينا دالة الإيراد المتوسط من منشأة هي: $AR = (15-Q)$

حيث Q هي الكمية و AR هو الإيراد المتوسط، فإن الإيراد الكلي TR يكون:

وبذلك يكون الإيراد الكلي هو:

$$TR = AR.Q = (15-Q).Q$$
$$TR = 15Q - Q^2$$
$$TR = f(Q)$$

بينما الإيراد الحدي MR هو المشتقة التفاضلية الأولى لدالة الإيراد الكلي TR.

وبذلك يكون الإيراد الحدي هو: $\frac{dTR}{dQ} = 15 - 2Q$

(6) تفاضل حاصل قسمة دالتين

إذا كانت لدينا الدالتان $f(x)$ و $g(x)$ ودالة ثالثة هي y ؛ حيث الدالة الثالثة y هي: $y=\frac{f(x)}{f(g)}$

فإن مشتقة الدالة y بالنسبة لـ x هي:

$$\frac{dy}{dx}=\frac{f'(x).g(x)-g'(x).f(x)}{[g(x)]^2}$$

مثال:

إذا كانت الدالة y هي: $y=\frac{x}{x^3}$

فإن مشتقتها هي:

$$\frac{dy}{dx}=\frac{1(x^3)-3x^2(x)}{[x^3]^2}$$

$$=\frac{x^3-3x^3}{x^6}=\frac{-2x^3}{x^6}=\frac{-2}{x^3}$$

(7) تفاضل دالة الدالة (السلسلة)

إذا كانت لدينا دالتان هما g و h ؛ حيث g هي دالة في x و g هي دالة في h بحيث تكون y هي:

$$Y=f(x)=g[h(x)]$$

فإن مشتقة الدالة y بالنسبة لـ x هي:

$$f'(y)=\frac{dy}{dh}.\frac{dh}{dx}$$

مثال(1)

إذا كان لدينا الدالة y : $y=u^4$

حيث u هي $u = 2x^2 + 3$

فإن تفاضل y بالنسبة لـ x هو:

$$\frac{dy}{dx} = 4u^3(4x) = 4(2x^2 + 3)^3.(4x) = 16x(2x^2 + 3)^3$$

مثال(2)

إذا كان لدينا الدالة y $\quad y = f(u)^{10}$

حيث u $\quad u = 8x^2 + 4$

فإن تفاضل y بالنسبة لـ x هو:

$$\frac{dy}{dx} = 10(8x^2 + 4)^9.(16x)$$

$$\frac{dy}{dx} = 160x(8x^2 + 4)^9$$

(8) تفاضل الدالة الضمنية

إذا كانت y و x ترتبطان بعلاقة من النوع $f(x, y) = 0$

وبذلك تعد y دالة ضمنية في x ، فإنه لإيجاد مشتقة الدالة y بالنسبة لـ x فلا بد من اشتقاق طرفي المعادلة $f(x, y) = 0$ بالنسبة لـ x ثم بالنسبة لـ y ، ثم نفصل y' في الطرف الأيسر وتنقل بقية الحدود إلى الطرف الأيمن بعد علامة يساوي كما يأتي:

مثال:

إذا كان لدينا الدالة الآتية: $x^2 + xy + 2y^2 = 0$

$\therefore$ لإيجاد $\frac{dy}{dx}$

$$2x + y + xy' + 4yy' = 0$$

أو

$$(x+4y)y' = -2x - y$$

$$\frac{dy}{dx} = y' = \frac{-2x-y}{x+4y}$$

(9) تفاضل دالة اللوغاريتم الطبيعي

تفاضل الدالة اللوغاريتمية هو مشتقة المتغير المرافق للوغاريتم مقسوماً على المتغير نفسه.

$$y = Log_a x$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{x \ln_a} = x^{-1} Log_a$$

مثال:

إذا كانت الدالة y هي: $y = Log.(x^3+2)$

فإن تفاضلها هو:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{(x^3+2)Ln_{10}}(x^3+2)'$$

$$= \frac{3X^2}{(x^3+2)Ln_{10}} = \frac{3x^2}{(x^3+2)(2.718)}$$

اللوغاريتم الطبيعي

إذا كان أساس الدالة اللوغاريتمية هو العدد النيبيري e فإن:

$$y = \ln x$$

$$\frac{dy}{dx} = x^{-1}$$

$$e = \lim_{n\to\infty} \frac{1}{(1\ln)^n} = 2.718281828$$

مثال:

$$e^{\circ} = 1$$
$$e^{1} = e = 2.71828$$
$$e^{a}(e^{b}) = e^{a+b}$$

مثال:

$$y = e^{x^2}$$
$$\frac{dy}{dx} = 2xe^{x^2}$$

مثال:

$$y = e^{x}$$
$$\frac{dy}{dx} = e^{x}$$

2-4-7 التفاضل الجزئي:

في هذه الحالة تكون y دالة في أكثر من متغير مستقل مثل:

$$y = f(x_1, x_2, ...x_n)$$

وبهذا يكون التفاضل الجزئي الأول للدالة y وبالنسبة لأي متغير من المتغيرات $(x_n ..., x_2, x_1)$ مثل:

تفاضل الدالة y بالنسبة لـ x_1 : $\frac{\partial y}{\partial x_1} = \frac{\partial f}{\partial x_1}$

تفاضل الدالة y الجزئي بالنسبة لـ x_2 : $\frac{\partial y}{\partial x_2} = \frac{\partial f}{\partial x_2}$

. . .

. . .

. . .

تفاضل الدالة y الجزئي بالنسبة لـ x_n :

$$\frac{\partial y}{\partial x_n} = \frac{\partial f}{\partial x_n}$$

مثال (1)

إذا كانت لدينا الدالة

$$y = 5x_2^2 x_1 + 3x_1^{-1} + 5x_2$$

فإن

$$\frac{\partial y}{\partial x_1} = 5x_2^2 - 3x_1^{-2}$$

$$\frac{\partial y}{\partial x_2} = 10x_2 x_1 + 5$$

وتسمى المعادلة الأولى بالمشتقة الجزئية الأولى للمتغير x_1 ، بينما تسمى المعادلة الثانية بالمشتقة الجزئية الأولى للمتغير x_2 .

7-4-3 التفاضل الجزئي الثاني أو أكثر:

بالنسبة للدالة السابقة $y = f(x_1, x_2, ... x_n)$ يمكن أخذ تفاضل جزئي آخر لمشتقاتها الجزئية الأولى بالنسبة لكل المتغيرات الداخلية وبذلك تسمى المشتقات الجزئية الثانية، كما يمكن أخذ مشتقات جزئية لمشتقاتها الجزئية الثانية بالنسبة لكل المتغيرات الداخلية وبذلك نحصل على المشتقات الجزئية الثالثة. وهكذا بحسب قابلية المشتقات للتفاضل.

فمثلاً تصبح المشتقات الثانية الخاصة بـ $\frac{\partial f}{\partial x_1}$ هي:

$$\frac{\partial f / \partial x_1}{\partial x_1}, \frac{\partial f / \partial x_1}{\partial x_2}, \ldots\ldots\ldots \frac{\partial f / \partial x_1}{\partial x_n}$$

أما المشتقات الثانية الخاصة بـ $\frac{\partial f}{\partial x_2}$ فهي:

$$\frac{\partial f / \partial x_2}{\partial x_1}, \frac{\partial f / \partial x_2}{\partial x_2}, \ldots\ldots\ldots \frac{\partial f / \partial x_2}{\partial x_n}$$

أما المشتقات الثانية الخاصة بـ $\frac{\partial f}{\partial x_n}$ فهي:

$$\frac{\partial f / \partial x_n}{\partial x_1}, \frac{\partial f / \partial x_2}{\partial x_2}, \ldots\ldots\ldots \frac{\partial f / \partial x_n}{\partial x_n}$$

وبالطريقة نفسها يمكن الحصول على المشتقات التفاضلية الثالثة من المشتقات التفاضلية الثانية، وهكذا.

7-4-4 التفاضل من مرتبة أعلى:

إذا كانت لدينا الدالة $y = f(x)$ حيث $\frac{dy}{dx} = f'(x)$ المشتقة الأولى، فإذا كانت المشتقة أيضاً قابلة للاشتقاق، فنستطيع الحصول على المشتقة الثانية للدالة بالنسبة لـ x.

$$\frac{d^2.f(x)}{dx^2} = f''(x)$$

مثال: إذا كانت الدالة y هي: $y = 5x^4$

فإن المشتقة الأولى بالنسبة لـ x هي: $\frac{dy}{dx} = f'(x) = 20x^3$

بينما المشتقة الثانية بالنسبة لـ x هي: $\frac{d^2y}{dx^2} = f''(x) = 60x^2$

بينما المشتقة الثالثة بالنسبة لـ x هي: $\frac{d^3y}{dx^3} = f'''(x) = 120x$

بينما المشتقة الثالثة بالنسبة لـ x هي: $\frac{d^4y}{dx^4} = f''''(x) = 120$

7-4-5 التفاضل الكلي:

يستخدم التفاضل الكلي لمعرفة التغير الحاصل في دالة لأكثر من متغير داخلي، أي عندما تتغير كل متغيراتها الداخلية تغيراً صغيراً جداً. فمثلاً إذا كانت لدينا الدالة $y = f(x_1, x_2, ...x_n)$ وتغيرت جميع متغيراتها الداخلية $(x_1, x_2, ...x_n)$ تغيراً صغيراً جداً. وفي هذه الحالة يكون التفاضل الكلي للدالة y هو:

$$dy = \frac{\partial f}{\partial x_1} dx_1 + \frac{\partial f}{\partial x_2} dx_2 + ... + \frac{\partial f}{\partial x_n} dx_n$$

$$dy = \sum_{i=1}^{n} f_i dx_i$$

حيث $\frac{\partial f}{\partial x_1}, \frac{\partial f}{\partial x_2}, ... \frac{\partial f}{\partial x_n}$ هي المشتقات الجزئية للدالة f بالنسبة للمتغيرات الداخلية $x_1, x_2, ..., x_n$ على التوالي؛ أما dx_1, dx_2, dx_n فتشير إلى التغير الصغير جداً الحادث في هذه المتغيرات.

مثال: إذا كانت لدينا الدالة $y = x_1^4 + 8x_2x_1 + 3x_2^3$

والمطلوب إيجاد التفاضل الكلي للدالة y.

فنقوم بإيجاد المشتقات الجزئية للدالة y بالنسبة للمتغيرين الداخليين x_1, x_2:

$$\frac{dy}{dx_1} = 4x_1^3 + 8x_2$$

$$\frac{dy}{dx_2} = 8x_1 + 9x_2^2$$

ثم نعوض عن هذين المشتقين في الصيغة العامة للتفاضل الكلي

$$dy = (4x_1^3 + 8x_2)dx_1 + (8x_1 + 9x_2^2)dx_2$$

7-4-6 النهايات العظمى للدوال ذات المتغير الواحد:

إذا كان لدينا الدالة:

$$y = f(x)$$

والمطلوب إيجاد قيمة النهايات العظمى لها، فلا بد من القيام بالتحقق من:

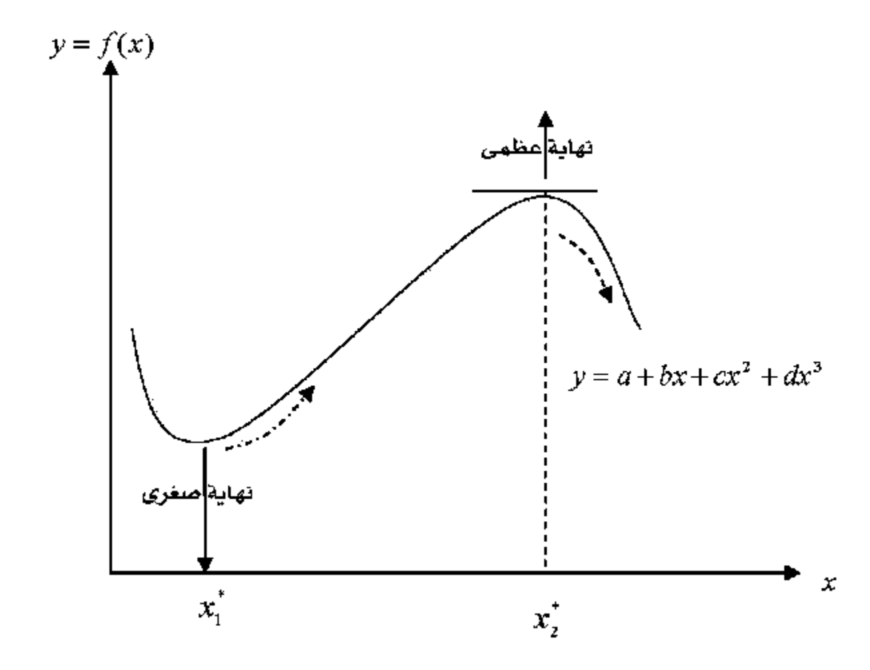
شروط النهاية العظمى وهي شرطان:

الشرط الأول (1) أن نقوم بأخذ التفاضل الأول بالنسبة للمتغير x ومساواته بالصفر ومن ثم حل المعادلة لـ x للحصول على قيمتها الحرجة:

$$f'(x) = \frac{dy}{dx} = 0$$

ومن ثم الحصول على الشرط الثاني (2) (الشرط الكافي) حيث نقوم بأخذ التفاضل الثاني للمعادلة نتيجة الشرط الأول (1) بالنسبة للمتغير x : فإن كانت نتيجة هذا التفاضل الثاني أن: $\frac{d^2y}{dx^2} < 0$ أي أصغر من الصفر فإن هذه نهاية كبرى أي Max . أما إذا كانت نتيجة التفاضل الثاني أكبر من الصفر، حيث: $\frac{d^2y}{dx^2} > 0$ فإن هذه نهاية صغرى أي Min .

الشكل رقم (7-5) النهاية الكبرى والصغرى للدالة



لاحظ أن الرسم البياني يوضح أن قيمة الدالة عند نهاية صغرى أي عند منخفض، وأنها ستواجه بعد ذلك صعوداً إلي أعلى (أي إن التفاضل للثاني سيكون موجباً)؛ بينما إذا كانت قيمة الدالة عند نهاية عظمى أي إنها عند قيمة مرتفع، فإنها ستواجه انخفاضاً بعد ذلك (أي إن التفاضل الثاني سيكون سالباً).

مثال: إذا كان لدينا دالة التكاليف الكلية TC التي تعد دالة في كمية الإنتاج Q والمطلوب الحصول على كمية الإنتاج التي تصل التكاليف عندها إلى أقل مستوى (أي النهاية الصغرى للدالة TC)؟

$$TC = 31 + 24Q - 5.5Q^2 + \frac{1}{3}Q^3$$

فنأخذ التفاضل الأول بالنسبة للكمية ونساويه بالصفر، ونحل بالنسبة للكمية Q للحصول على القيمة أو القيم الحرجة للكمية Q العظمى، كما يأتي:

$$\frac{dTC}{dQ} = 24 - 11Q + Q^2 = 0$$

ثم نحلل للحصول على قيم Q الممكنة.

$(Q-8)(Q-3) = 0$ أي إن القيمة العظمى (المحققة للنهاية الصغرى) يمكن أن تكون إحدى قيمتين هما:

$Q = 8?$ أو $Q = 3?$

ثم نأخذ التفاضل الثاني لـ TC بالنسبة لـ Q ونعوض بداخله عن قيم Q الممكنة للوصول إلى القيمة التي تحقق الشرط الثاني (الكافي) تدنية التكاليف.

$$\frac{d^2TC}{dQ^2} = -11 + 2Q$$

بالتعويض عن Q بـ 8 $\quad \frac{d^2TC}{dQ^2} = -11 + 2(8) = 5 > 0 \rightarrow \max$

بالتعويض عن Q بـ 3 $\quad \frac{d^2TC}{dQ^2} = -11 + 2(3) = -5 < 0 \rightarrow \min$

وبذلك يكون الحل $Q = 3$ هي كمية الإنتاج التي تصل التكاليف الكلية TC عندها إلى أقل مستوى.

7-4-7 التعظيم الرياضي (الأمثلية) لدوال في أكثر من متغير واحد:

هناك نوعان من التعظيم أحدهما: 1) تعظيم مقيد بقيود والآخر تعظيم دون قيود.

في كلتا الحالتين نقوم أولاً بإيجاد النقطة الحرجة التي تساوي النهاية العظمى، وهي إما أن تكون نهاية صغرى أو كبرى. ثم نقوم باستخدام المحددة الهيشية المطوقة في حالة التعظيم بشرط لمعرفة النهاية الصغرى من الكبرى للقيمة الحرجة.

حيث يكون الشرط العام لهذه المحددة هو في شكله العام كما يأتي:

نهاية كبرى

$$H = \begin{vmatrix} L_{11} & L_{12} & L_{1\lambda_1} \\ L_{21} & L_{22} & L_{2\lambda} \\ L_{\lambda_1} & L_{\lambda_2} & L_{\lambda\lambda} \end{vmatrix} > 0 \rightarrow$$

نهاية صغرى

$$H = \begin{vmatrix} L_{11} & L_{12} & L_{1\lambda_1} \\ L_{21} & L_{22} & L_{2\lambda} \\ L_{\lambda_1} & L_{\lambda_2} & L_{\lambda\lambda} \end{vmatrix} \prec 0 \rightarrow$$

أما في حالة التعظيم غير المقيد فنستخدم المحددة الهيشية غير المطوقة، لمعرفة النهاية الصغرى من النهاية الكبرى للقيمة الحرجة، تحت الشرط العام التالي لقيمة هذه المحددة.

نهاية عظمى

$$H = \begin{vmatrix} L_{11} & L_{12} & L_{1\mu} \\ L_{21} & L_{22} & L_{2m} \\ L_{m1} & L_{m2} & L_{mm} \end{vmatrix} \succ 0$$

نهاية صغرى

$$H = \begin{vmatrix} L_{11} & L_{12} & L_{1\mu} \\ L_{21} & L_{22} & L_{2m} \\ L_{m1} & L_{m2} & L_{mm} \end{vmatrix} \prec 0$$

مثال:

$$TC = 31 + 24Q - 5.5Q^2 + \frac{1}{3}Q^3$$

$$\frac{dTC}{dQ} = MC = 24 - 11Q + Q^2 = 0$$

لاستخراج القيمة العظمى:

$$24 - 11Q + Q^2 = 0$$

وبالتحليل نجد أن القيم الممكنة هي:

$$Q = 8, Q = 3$$

$$\frac{dTC}{dQ^2} = -11 + 2Q$$

وبأخذ التفاضل الثاني:

ومن ثم بالتعويض عن القيم الممكنة لـ Q في التفاضل الثاني نجد ما يأتي:

كبرى $-11 + 2(3) = -5 < 0$

صغرى $-11 + 2(8) = 5 \nless 0$

وبما أنها تكاليف والمطلوب نهاية صغرى لـ Q فنأخذ $Q = 8$

وللتأكد نعوض في الدالة الأساسية، فلو عوضنا عن $Q = 3 \leftarrow TC = 62.5$ ولو عوضنا عن $Q = 8 \leftarrow TC = 41.67$ إذن يجب أن نستخدم الكمية $Q = 8$ وذلك للحصول على أقل التكاليف.

وكأمثلة على التعظيم المشروط أي المقيد:

1. تعظيم منفعة مشروط بدخل.
2. تعظيم تكاليف مشروط بكمية إنتاج.

مثال: دالة منفعة لمجتمع يستهلك سلعتين.

دالة الهدف هي تعظيم دالة المنفعة: $U = 5X_1X_2 - 2X_1^2 - 3X_2^2$

حيث الدخل تحت قيد الدخل: $I = 100$

بينما الأسعار

$p_1 = 2$ للسلعة X_1

$p_2 = 3$ للسلعة X_2

وبذلك يكون القيد أو الشرط هو: $100 = 2X_1 + 3X_2$

معادلة الدخل: $I = P_1X_1 + P_2X_2$

∴ المطلوب: تعظيم دالة الدخل: $U = 5X_1X_2 - 2X_1^2 - 3X_2^2$

تحت شرط أو قيد الدخل:

$$100 = 2X_1 + 3X_2$$
$$100 - 2X_1 - 3X_2 = 0$$

الحل: نكون معادلة لاجرانج:

$$L(X_1, X_2, \lambda) = 5X_1X_2 - 2X_1^2 - 3X_2^2 + \lambda(100 - 2X_1 - 3X_2)$$

$$L(X_1, X_2, \lambda) = [5X_1X_2 - 2X_1^2 - 3X_2^2] + [\lambda(100 - 2X_1 - 3X_2)]$$

$$L(X_1, X_2, \lambda) = [5X_1X_2 - 2X_1^2 - 3X_2^2 + 100\lambda - 2X_1\lambda - 3X_2\lambda$$

ثم نقوم بأخذ الشرط الأول:

1) $$\frac{\partial L}{\partial X_1} = 5X_2 - 4X_1 - 2\lambda = 0$$

2) $$\frac{\partial L}{\partial X_2} = 5X_1 - 6X_2 - 3\lambda = 0$$

3) $$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = 100 - 2X_1 - 3X_2 = 0$$

لإخراج قيم X_1, X_2, λ نحل المعادلات 1,2,3 فنضرب المعادلة الأولى في 3 ونضرب الثانية في -2

$$15X_2 - 12X_1 = 6\lambda$$
$$-10X_1 + 12X_2 = -6\lambda$$

+

$$-22_1X + 27X_2 = 0$$
$$\therefore X_1 = \frac{27}{22}X_2$$
$$\therefore X_1 = 1.23X_2 \qquad (4)$$

وبالتعويض عن X_1 في المعادلة (3) $100 - 2(1.23X_2) - 3X_2 = 0$

ثم نحصل على قيمة X_2

$$X_2 = \frac{100}{5.46} = 18.3$$

ونعوض عن X_2 في المعادلة (4) لنحصل على قيمة X_1 : $X_1 = 22.53$

ومن ثم نتحقق من الشرط الثاني "الكافي" حيث:

$$H = \begin{vmatrix} L_{11} & L_{12} & L_{\lambda_1} \\ L_{21} & L_{22} & L_{\lambda_2} \\ L_{\lambda_1} & L_{\lambda_2} & L_{\lambda\lambda} \end{vmatrix}$$
$$L_{11} = \frac{\partial^2 L}{\partial .X_1}$$
$$L_{12} = \frac{\partial^2 L}{\partial X_1 \partial X_2}$$

$L_{1\lambda} = -2$ وهكذا بالنسبة لـ L_2 و L_λ

$$H = \begin{vmatrix} -4 & 5 & -2 \\ 5 & -6 & -3 \\ -2 & -3 & 0 \end{vmatrix}$$

$$= -2\begin{vmatrix} 5 & -2 \\ -6 & -3 \end{vmatrix} - (-3)\begin{vmatrix} -4 & -2 \\ 5 & -3 \end{vmatrix}$$

$$= -2(-15-12) + 3(12+10)$$

$$= 54 + 66$$

$$= 120 > 0$$

وهي تحقق الشرط الكافي لنهاية كبرى

أوجد القيمة العظمى:

$$Max \qquad U(X,Y)$$

تحت قيد:

$$S.T \qquad I = P_x X + P_y Y$$

الحل:

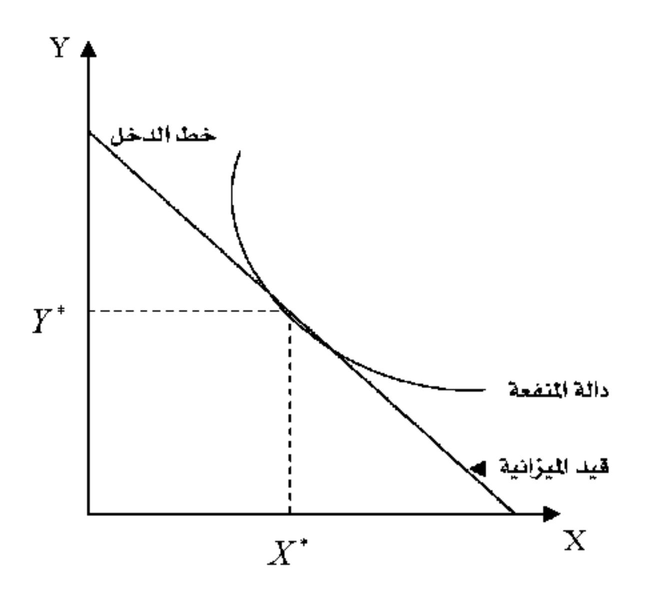
$$L(X,Y,\lambda) = U(X,Y) + \lambda(I - P_X X - P_Y Y$$

$$\frac{\partial L}{\partial X} = \frac{\partial U}{\partial X} - \lambda P_x = 0 \qquad (1)$$

$$\frac{\partial L}{\partial Y} = \frac{\partial U}{\partial Y} - \lambda P_Y = 0 \qquad (2)$$

$$\frac{\partial L}{\partial I} = I - P_X X - P_Y Y = 0 \qquad (3)$$

الشكل (7–6) توازن منفعة المستهلك تحت قيد الميزانية



$$\therefore \lambda = \frac{\partial U / \partial Y}{PY}, \lambda = \frac{\partial U / \partial X}{PX}$$

$$\therefore \lambda = \frac{\partial U / \partial X}{PX} = \frac{\partial U / \partial Y}{PY}$$

$$\therefore \frac{\partial U / \partial X}{\partial U / \partial Y} = \frac{PX}{PY}$$

وبعبارة أخرى فإن:

ميل خط الدخل = ميل دالة المنفعة عند نقطة التوازن، أي نقطتي التوازن Y^* ، X^* .

7-5 التكامل:

يمكن فهم التكامل Integration على أنه مقابل التفاضل (أو معكوس التفاضل)؛ فمعروف أن التفاضل يقيس معدل التغير في دالة ما نتيجة تغير صغير في أحد متغيراتها الداخلية، أما التكامل فإنه يقيس المساحة التي يحدها منحنى مغلق، أي إن التكامل المحدود يدرس نهاية المجموع، وينقسم التكامل إلى نوعين أحدهما التكامل غير المحدود ويسمى المشتقة المضادة، والثاني هو التكامل المحدود الذي يستخدم في إيجاد المساحة المحصورة بين أي منحنى والمحاور.

7-5-1 التكامل غير المحدود:

إذا كانت $f(x)$ و $g(x)$ دالتين معرفتين في نطاق معين وكانت $f(x)$ قابلة للتفاضل وتحقق:

$$f'(x) = \frac{df(x)}{dx} = g(x)$$

في النطاق نفسه يقال إن الدالة $f(x)$ هي تكامل الدالة $g(x)$ ويرمز لذلك بما يأتي:

$$\int g(x)dx = f(x)$$

حيث تشير العلامة $\int$ إلى التكامل

حيث: $\frac{df}{dg} = d(x)$

وبذلك يصبح التكامل للدالة $g(x)$ هو البحث عن الدالة $f(x)$ التي يكون تفاضلها هو $g(x)$ ، وكما عرفنا من التفاضل فإن تفاضل أي مقدار ثابت هو صفر وبذلك تكون الصيغة الأشمل للتكامل هي: $\int g(x)dx = f(x) + C$

ويسمى C هنا ثابت التكامل، وهو لا يعتمد على x ، ومن خلال هذا التعريف وبشكل عام يتضح أن:

$$\frac{d}{dx}\left[\int f(x)dx\right]=f(x)$$

وعليه نستطيع الوصول إلى القاعدة الأولى للتكامل:

$$\int dx = x + C$$

كما أن القاعدة الثانية للتكامل هي تكامل الدالة الأسية، فإذا كان لدينا:

$$f(x)=x^n$$

فإن:

$$f(x)=\int f'(x)dx=\int x^n dx=\frac{x^{n+1}}{n+1}+C$$

مثال (1)

$$\int x^{-4}dx=\frac{-1}{3}x^{-4+1}+c=\frac{-1}{3}x^{-3}+C$$

مما سبق نستنتج أن صيغة التكامل للمعادلة الأسية هي:

$$\int x^n dx=\frac{x^{n+1}}{n+1}+C, \qquad (n\neq -1)$$

مثال (1)

$$\int x^3 dx=\frac{x^{3+1}}{3+1}+C=\frac{x^4}{4}+C \qquad (n=3)$$

مثال (2)

$$\int \frac{1}{x^2}dx=\int x^{-2}dx=\frac{x^{-2+1}}{-2+1}-C$$

$$=\frac{x^{-1}}{-1}+C=-\frac{1}{x}+C, \qquad (n=-2)$$

ويمكن تلخيص أهم قوانين التكامل على نسق قوانين التفاضل السابق ذكرها فيما يأتي:

$$\int dx = x + C \qquad (1)$$

$$\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + C, \qquad (n \neq -1) \tag{2}$$

$$\int \frac{1}{x} dx = Ln|x| + C \tag{3}$$

$$\int e^x dx = e^x + C \tag{4}$$

$$\int [f(x) + g(x)] dx = \int f(x) dx + \int g(x) dx \tag{5}$$

$$\int b^x dx = \frac{1}{\ln b} b^x + C, \qquad (b > 0) \tag{6}$$

$$\int [a_1 f(x) + a_2 g(x)] dx = a_1 \int f(x) dx + a_2 \int g(x) dx \tag{7}$$

(تكامل المجموع)

$$\int x_1 dx_2 = x_1 x_2 - \int x_2 dx_1 \quad \text{(تكامل الضرب)} \tag{8}$$

$$\int \frac{dx_1}{x_2} = \ln|x_1| + C \quad \text{(تكامل القسمة)} \tag{9}$$

2-5-7 التكامل المحدود:

لنفترض هنا أن تكامل الدالة $f(x)$ هو الدالة $g(x)$ أي إن: $\int f(x) dx = g(x)$ ، وعندما يكون ذلك التكامل محدداً بين النقطتين a و b للمتغير x هو $g(b) - g(a)$ ، حيث $a < b$ فنرمز للتكامل المحدد في هذه الحالة بـ:

$$\int_a^b f(x) dx$$

كما نرمز للفرق $g(b) - g(a)$ بالرمز $[g(x)]_a^b$ ، ويصبح التكامل المحدد بين النقطتين a و b في هذه الحالة:

$$\int_a^b f(x) dx = [g(x)]_a^b = g(b) - g(a)$$

مثال (1)

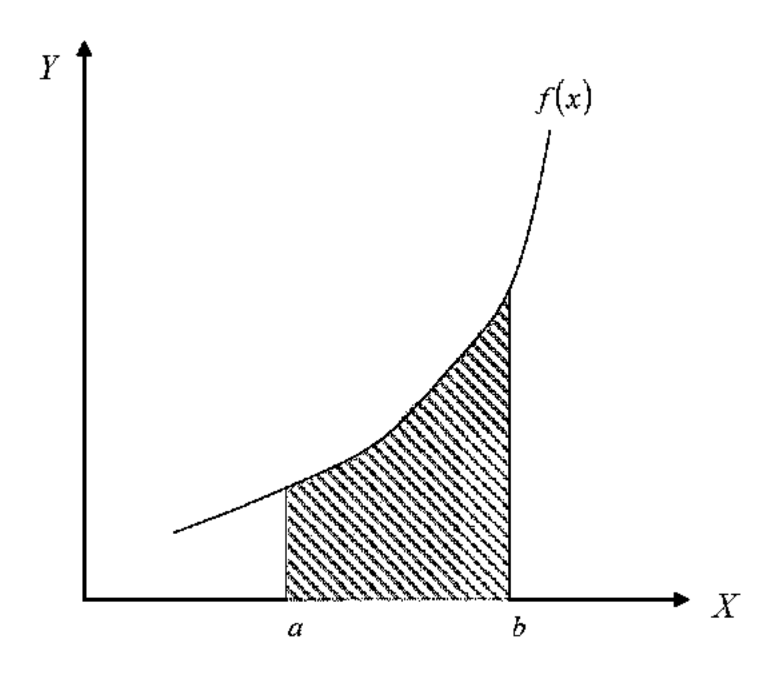
لنفرض أن لدينا الدالة $x^2 - x + 2$ والمطلوب حساب التكامل بين (5، 3).

$$\int_3^5 \left(x^2 - x + 2\right)dx = \left[\frac{x^3}{3} - \frac{x^2}{2} + 2x\right]_3^5$$

$$= \left(\frac{125}{3} - \frac{25}{2} + 10\right) - \left(\frac{27}{3} - \frac{9}{2} + 6\right)$$

$$= (39.166) - (10.5) = 28.666$$

الشكل (7–7) التكامل المحدود

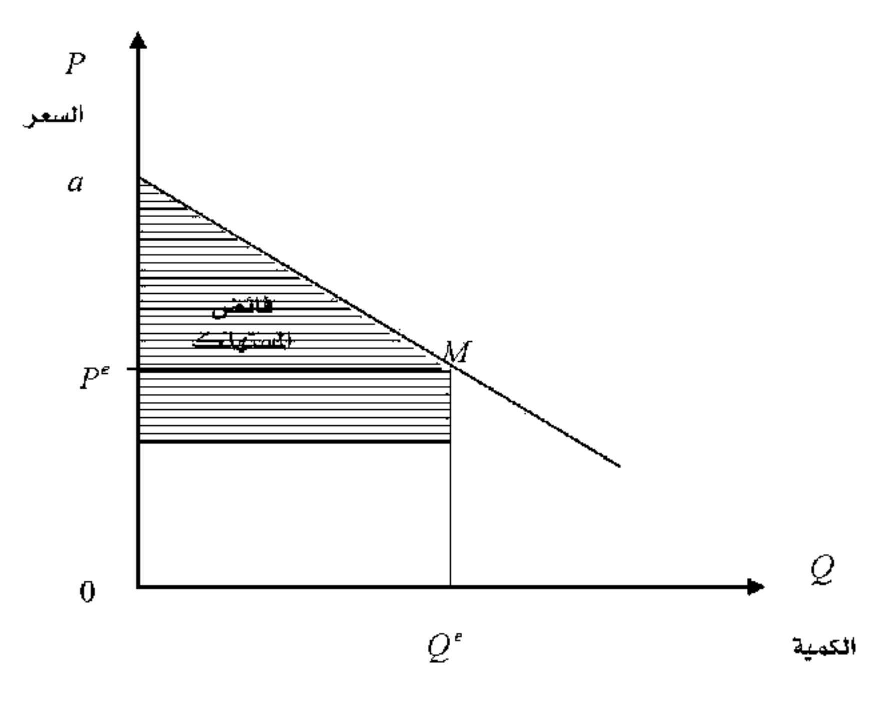


7–5–3 حساب فائض المستهلك:

لنفرض أن لدينا دالة طلب في صيغتها العامة $Q = a - bP$ وكان لدينا السعر التوازني P^e والكمية التوازنية Q^e والمطلوب حساب فائض المستهلك الذي يمثله

المثلث aP^eM ، ولحساب فائض المستهلك نقوم أولاً بحساب مساحة الشكل aMQ^eO ونطرح منه مساحة المستطيل P^eMQ^eO

الشكل (7–8) حساب فائض المستهلك باستخدام طريقة التكامل



ونوجد مساحة الشكل aMQ^eO عن طريق التكامل المحدد $\int_o^{Q^e} p(Q)dQ$

حيث $p(Q)$ هو السعر للدالة في الكمية التوازنية:

وحيث إن معادلة الطلب: $Q = a - bp$

فنوجد معكوس دالة الطلب: $p = \frac{Q}{-b} - \frac{a}{-b}$

وبذلك تكون مساحة الشكل aMQ^eO هي:

$$aMQ^eO = \int_o^{Q^e} \left(\frac{Q}{-b} + \frac{a}{b}Q \right) dQ$$

$$= \left[\frac{Q^2}{-2b} + \frac{a}{b}Q \right]_o^{Q^e}$$

$$= \frac{Q^{e^2}}{-2b} + \frac{aQ}{b}$$

مثال (1)

لنفرض أن دالة الطلب هي: $Q = 12 - 3p$

فتكون دالة سعر التوازن هي: $p = 4 - \frac{1}{3}Q$

فإذا كان سعر التوازن $p = 1$ فإن الكمية التوازنية $Q^e = 9$

وعليه يكون فائض المستهلك هو:

$$\int_o^{Q^e} \left(4 - \frac{1}{3}Q \right) dQ - p^*Q^*$$

$$= \left[4Q - \frac{1}{6}Q^2 \right]_o^9 - 1(9)$$

فائض المستهلك في هذه الحالة: $= (36 - 13.5) - 9 = 13.5$

7-5-4 حساب فائض المنتج:

إذا كان لدينا دالة العرض $Q_s = -c + bp$ حيث Q^e هي الكمية التوازنية و p^e هو السعر التوازني والمثلث p^eMC يمثل فائض المنتج.

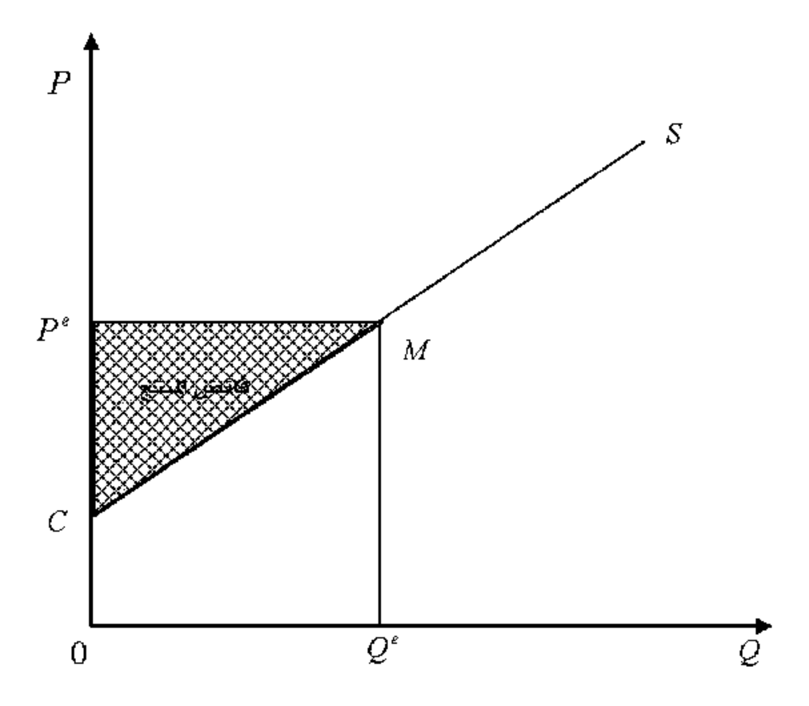
وعليه يمكن حساب فائض المنتج كما يأتي:

نحسب مساحة الشكل CMQ^eO التي تساوي تكامل دالة العرض المحدد بالنطاق (O, Q^e) أي:

$$\int_o^{Q^e} p(Q)dQ$$

ثم نطرحها من مساحة المستطيل $p^e MQ^e O$ لتكون المساحة الناتجة هي مساحة المثلث $p^e MC$ أو فائض المنتج.

الشكل (7–9) حساب فائض المنتج باستخدام طريقة التكامل



مثال (1): إذا كانت دالة العرض هي: $Q = -4 + 3P$ وكان السعر التوازني هو $P^e = 5$ وعليه فإن الكمية التوازنية $Q^e = 11$ وعليه تكون دالة السعر (معكوس دالة الطلب) هي:

$$P = \frac{Q}{3} + \frac{3}{4}$$

ويكون فائض المنتج مساوياً:

$$P^e Q^e - \int_o^{Q^e} \left(\frac{Q}{3} + \frac{3}{4}\right) dQ$$

$$= 5(11) - \left[\frac{Q^2}{9} + \frac{3}{4}Q\right] = 55 - (13.444 + 8.25)$$

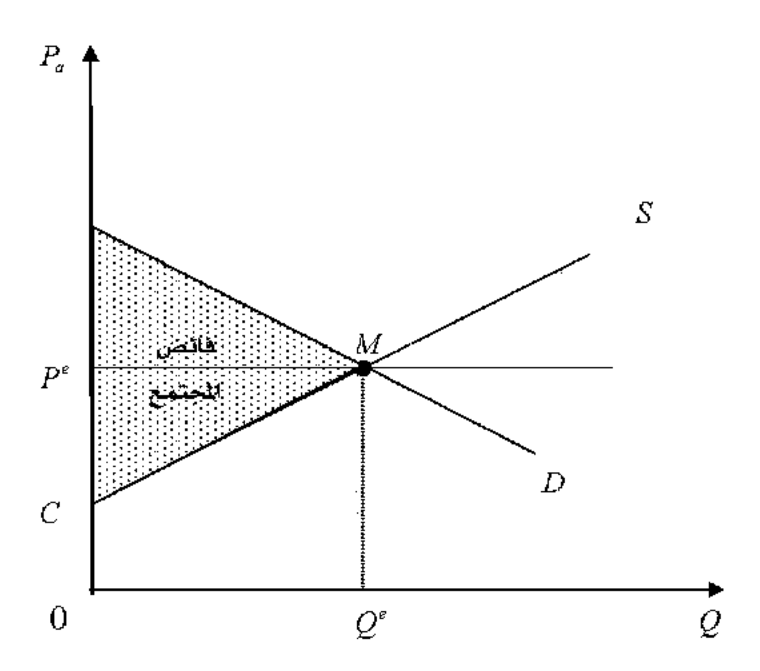
وبذلك تكون قيمة فائض المنتج هي:

$$= 55 - 21.694 = 33.306$$

7-5-5 حساب فائض المجتمع:

يعد فائض المجتمع (أو مجموع فائض المستهلك والمنتج) من أهم المفاهيم أو الأدوات في تحليل اقتصاديات الرفاه. ويتم حسابه بجمع فائض المستهلك مع فائض المنتج أو بحساب المنطقة المحصورة فوق منحنى العرض وتحت منحنى الطلب في نطاق الكمية التوازنية.

الشكل (7-10) حساب فائض المجتمع باستخدام طريقة التكامل



معكوس منحنى الطلب $p_1 = f_1(Q)$

معكوس منحنى العرض $p_2 = f_2(Q)$

فائض المستهلك $CS = \int_O^{Q^e} f_1(Q)dQ - Q^e P^e$

بينما فائض المنتج $PS = \int = Q^e P^e - \int_O^{Q^e} f_2(Q)dQ$

وللحصول على فائض المجتمع نستطيع جمع فائض المستهلك مع فائض المنتج، أو الحصول على فائض المجتمع مباشرة عن طريق حساب المنطقة المحصورة فوق منحنى العرض وتحت منحنى الطلب كما يأتي:

فائض المجتمع $PCS = \int_O^{Q^e} f_1(Q)dQ - \int_O^{Q^e} f_2(Q)dQ$

مثال (1): إذا كان لدينا منحنى طلب ممثل في الدالة: $P_d = 25 - Q^2$

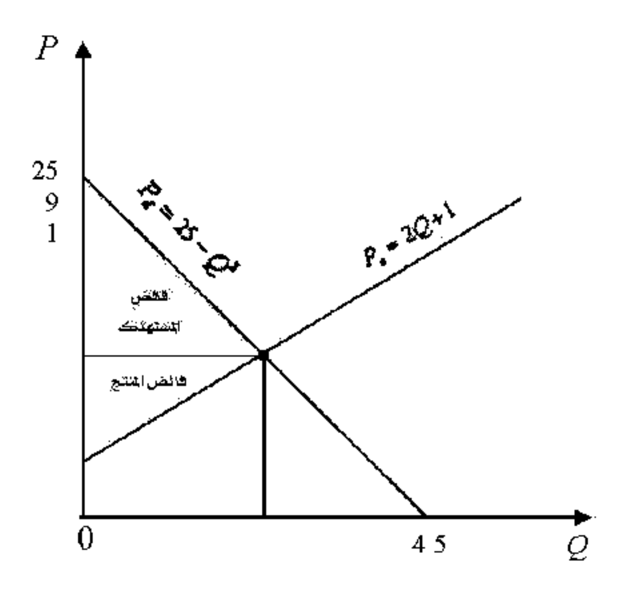
ومنحنى عرض ممثل في الدالة: $P_S = 2Q + 1$

وإذا كان السوق تنافسياً فإننا نتوقع تساوي العرض مع الطلب أي: $Q_d = Q_S$

$$2Q + 1 = 25 - Q^2$$
$$Q^2 + 2Q - 24 = 0$$
$$(Q + 6)(Q - 4) = 0$$

وعليه $P^e = 9$ و $Q^e = 4$

الشكل (7–11) مثال على إيجاد فائض المنتج



وبذلك نستطيع حساب فائض المستهلك CS كما يأتي:

$$CS = \int_o^4 \left(25 - Q^2\right) dQ - (9)(4) = \left[25Q - \frac{1}{3}Q^3\right]_o^4 - 36$$

$$= \left[25(4) - \frac{1}{3}(4)^3 - (0) - (36) = 42.67\right]$$

كما نستطيع حساب فائض المنتج PS كما يأتي:

$$PS = (9)(4) - \int_o^4 (2Q + 1) dQ = 36 - \left[Q^2 + Q\right]_o^4 = 16$$

وبذلك يكون فائض المجتمع: $CS + PS = 42.67 + 16 = 58.67$

أو يمكن حساب فائض المجتمع PCS مباشرة كما يأتي:

$$PCS = \int_o^4 \left(25 - Q^2\right) dQ - \int_o^4 (2Q + 1) dQ$$

$$= \left[25Q - \frac{1}{3}Q^3\right]_o^4 - \left[Q^2 + Q\right]_o^4 = \left[25(4) - \frac{1}{3}(4)^3\right] - 20 = 58.67$$

مثال (2)

إذا كان لدينا منحنى طلب ممثل في الدالة: $P_d = 113 - Q^2$

ومنحنى عرض ممثل في الدالة: $P_S = (Q + 1)^2$

وإذا كان السوق تنافسياً فإن: $Q_d = Q_S$

$$Q^2 + 2Q + 1 = 113 - Q^2$$

$$2\left(Q^2 + Q + 56\right) = 0$$

$$(Q + 8)(Q - 7) = 0$$

$$Q^e = 7 \quad \text{و} \quad P^e = 64$$

وعليه يمكن حساب فائض المجتمع PCS كما يأتي:

$$PCS = \int_o^7 \left(113 - Q^2\right) dQ - \int_o^7 (Q + 1)^2 dQ$$

$$= \left[113Q - \frac{1}{3}Q^3 \right]_o^7 - \left[\frac{1}{3}(Q+1)^3 \right]_o^7$$

$$= 676.78 - 115.22 = 561.56$$

تمارين الفصل السابع

س1) ما الفرق بين المعلمات والمتغيرات؟

س2) ما الفرق بين المتغيرات الداخلية والخارجية؟

س3) ما هو التوازن؟

س4) لنفرض أن لدينا أنموذج التوازن الآتي:

$$Q_d = Q_s$$

$$Q_d = 10 - P$$

$$Q_s = -1 + P$$

أوجد Q_d ، و Q_s التوازنيتين.

أوجد السعر P التوازني مع رسم الأنموذج؟

س5) ما هي دالة الهدف؟

س6) ما هي القيود؟

س7) ما هي مسألة التعظيم أو الأمثلية؟

س8) اشرح لماذا يعد شرط الرتبة الأولى (ضرورياً) لإيجاد قيمة عظمى؟

س9) ما هي دالة لاجرانج، وماذا تعني؟

س10) ما هو مضروب لاجرانج؟ وما هي قيمته؟

مراجع الفصل السابع

- الأشقر، أحمد. 2001م. الرياضيات في الاقتصاد والتجارة والعلوم الإدارية. الدار العلمية الدولية، عمان، الأردن.
- آل الشيخ، حمد محمد وأحمد عبد الله العسيري، 2007م. أسس الاقتصاد الرياضي، المسودة الأولى، قسم الاقتصاد، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.
- متولي، مختار محمد، 1988م. الأساليب الرياضية للاقتصاديين، مطابع جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.
- متولي، مختار محمد، 1993م. النظرية الاقتصادية: مدخل رياضي، مطابع جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.
- نجم الدين، عدنان كريم. 1999م. الاقتصاد الرياضي: مدخل كمي تحليلي. دار وائل للنشر، عمان، الأردن.
- ياسين، محمود محمد ودريد هاشم عوض. 1998م. الرياضيات الاقتصادية. منشورات جامعة دمشق. الجمهورية العربية السورية.

- Anthony, Martin and Norman Biggs. 1996. Mathematics For Economics and Finance: Methods and modeling. Cambridge University Press. Cambridge,MA.
- Chiang, Alpha. 1974. Fundemental Methods of Mathematical Economics. Mc Graw–Hill Company. NewYork, N.Y.
- Chiang, Alpha.1992. Elements of Dynamic Optimization.
- Glass, J. Colin, 1980. An Introduction to Mathematical Methods in Economics. Mc Graw–Hill Company. NewYork, N.Y.
- Mc Graw–Hill Company. NewYork, N.Y.
- Silberberg, Eugene and Wing Suen. 2001. The Structure of Economics: A Mathematical Analysis. Mc Graw–Hill, London, U.K.
- Takayana, A.1985. Mathematical Economics. Cambridge University Press. Cambridge, MA.



الملحق

نماذج امتحانات

بسم الله الرحمن الرحيم

كلية العلوم الإدارية	265 قصد	اقتصاديات الموارد
قسم الاقتصاد	اختبار فصلي (1)	د. حمد بن محمد آل الشيخ

الاسم:.. الشعبة:..

الرقم الجامعي:............................ رقم التحضير:...

ملحوظة: للتنظيم وحسن العرض تقدير خاص

السؤال الأول:

أجب عن خمس من النقاط الآتية بشكل واف:

1. الموارد حسب وجودها وعمرها الزمني وأصلها.
2. أهمية ودور المدى الزمني ومعامل الخصم الاجتماعي في العدالة بين الأجيال.
3. الفرق بين شرط التوازن في السلع العادية والموارد القابلة للنضوب.
4. الفرق بين الشرط الضعيف والشرط القوي للتنمية المستدامة.
5. تعريف وأهداف التنمية المستدامة.
6. فائض المستهلك وفائض المنتج وفائض المجتمع وصفياً ورياضياً وبيانياً.
7. القدرة الحمولية CMC وأعلى معدل قابل للاستدامة MSY وعلاقتها بسلوك المورد الإحيائي.
8. الفرق بين سلوك المخزون للمورد القابل للنضوب عنه للمورد المتجدد بالتفصيل.

السؤال الثاني:

بعد تخرجك من جامعة الملك سعود عملت بقسم التحليل الاقتصادي في شركة أرامكو، حيث علم رئيسك بأنك خبير في اقتصاديات الموارد فكلفك بإجراء تحليل

اقتصادي لحقل جديد تم اكتشاف معطياته كما يأتي: دالة تكاليف الإنتاج من حقل النفط المقدرة من قسم الهندسة القيمية هي : $TC = 5R_t + 0.5R_t^2$ ؛ بينما معكوس دالة الطلب عليه هي : $P_t = 50 - 0.5R_t$

وتم تقدير المخزون الابتدائي في الحقل بـ 105 وسعر الخصم بـ 10% والزمن T سنتان.

1. كون مسألة التعظيم لعائد الإنتاج مع التوضيح.
2. كون معادلة لاجرانج في هذه الحالة.
3. استنتج الشروط الضرورية لتعظيم عائد الإنتاج من الحقل الجديد مع شرحها.
4. أوجد كميات الاستخراج المثلى والمخزون المتبقي والقيمة الحالية لربح المنتج وسعر المورد في هذه الحالة.

بسم الله الرحمن الرحيم

كلية العلوم الإدارية	265 قصد	اقتصاديات الموارد
قسم الاقتصاد	اختبار فصلي (1)	د. حمد بن محمد آل الشيخ

الاسم: (نموذج إجابة) الشعبة :.......................................

الرقم الجامعي:................................. رقم التحضير:...................................

ملحوظة: للتنظيم وحسن العرض تقدير خاص

السؤال الأول: أجب عن خمس من النقاط الآتية بشكل واف:

1. الموارد حسب وجودها وعمرها الزمني وأصلها.

الموارد حسب عمرها الزمني:

1- **موارد متجددة**؛ وهي التي تنمو أو تزيد عبر الزمن، والتي إما أن يكون نموها أو تزايدها خارجياً أو مستقلاً؛ أي: ليس له علاقة بالمخزون المتواجد، كمياه الأمطار أو الأنهار، وإما أن يكون نموها داخلياً أو تابعاً أي: يعتمد على حجم المخزون الموجود منها أي إنها تتكاثر إحيائياً. هذه الموارد يمكن أن تكون مستمرة متى ما قام الإنسان بالمحافظة عليها وإدارتها بشكل صحيح.

2- **موارد قابلة للنضوب**؛ وهي التي يعد المخزون الموجود منها في الأرض ثابتاً في إطار الزمن التخطيطي الواقعي. حيث إن تكونها أو زيادة المخزون منها، (إن حدث) يستغرق زمناً جيولوجياً يزيد على أي مدة زمنية تخطيطية ممكنة، وبذلك يعد المخزون منها في الأرض ثابتاً من الناحية التخطيطية وهو ما يؤثر على إمكانية الأجيال القادمة في الحصول عليها واستغلالها. وهي تنقسم إلى قسمين هما:

- موارد يمكن إعادة استخدامها (كالمعادن).

- موارد لا يمكن إعادة استخدامها (البترول).

3- **موارد جارية**: وهي التي لا يتأثر مستوى المخزون منها بما يتم استخدامه حالياً أو ما تم استخدامه سابقاً، فلا يؤثر استخدام أي دولة أو مجموعة أو جيل على ما يمكن أن تحصل عليه أي دولة أو مجموعة أو جيل منها لاحقاً، وبعبارة أخرى فإنها موارد مستمرة في التدفق مثل الطاقة الشمسية أو طاقة المد والجزر.

الموارد حسب أصلها:

1- **الموارد الطبيعية**: وتشمل الأرض وما عليها وما فوقها وما في باطنها.

2- **الموارد البشرية**: وهي فعاليات العمل اليدوي والذهني والفني والتنظيمي والأدبي والإداري.

3- **رأس المال**: ويشمل جميع الأشياء التي يصنعها الإنسان من مطارات، وموانئ، ومصانع، ومبانٍ، وغيرها.

ويمكن توضيح ذلك باستخدام الجدول الآتي:

أصلها / عمرها الزمني	البيئية	الإحيائية	المعادن	الطاقة
الجارية	الهواء النقي الهدوء	غالبية المنتجات الزراعية	الملح	الطاقة الشمسية الطاقة المائية
متجددة	المراعي الغابات	منتجات الغابات الأسماك الحياة الفطرية	-	الحطب الفحم
قابلة للنضوب	طبقة الأوزون البيئة البكر التنوع البيولوجي	الحيوانات القابلة للانقراض الحياة الفطرية المهددة بالانقراض (الوعل، الحباري)	أغلب المعادن (الذهب، الحديد، الفوسفات، الملح، ... إلخ)	النفط، الغاز، الفحم الحجري، اليورانيوم

2. أهمية ودور المدى الزمني ومعامل الخصم الاجتماعي في العدالة بين الأجيال؟

إن المدى الزمني ومعدل الخصم الاجتماعي مهمان لتحقيق أهداف التنمية المستدامة التي منها تحقيق العدالة الاجتماعية بين الأجيال وتحقيق الرفاهية الاقتصادية. حيث يعتبر **المدى الزمني** التخطيطي لاستغلال الموارد القابل للنضوب ذا أهمية كبيرة لتحقيق العدالة الاجتماعية بين الأجيال، فلو كان الهدف الاجتماعي هو تعظيم القيمة الحالية لمورد قابل للنضوب، وكان المدى الزمني المحدد هو 40 سنة مثلاً؛ فإن ذلك يعني إمكانية استخراج المورد للمجتمع بعد هذا المدى الزمني، ويعد خارج إطار دالة الهدف الاجتماعية. ولا يأخذ مصلحة الأجيال القادمة في الحسبان. قد لا يختلف هذا المنطق أو المبدأ مع مبادئ التنمية في مفهومها العام، ولكن بلا شك يتناقض مع مفهوم ومبدأ التنمية المستدامة أو القابلة للديمومة والعدالة في توزيع عوائد التنمية بين الأجيال. فكلما كان المدى الزمني لاستغلال المورد القابل للنضوب أطول زادت فرصة الأجيال القادمة من الاستفادة من دالة الهدف الاجتماعي.

أيضاً يعتبر **معدل الخصم الاجتماعي** مهماً من وجهة النظر الاجتماعية في استغلال المورد القابل للنضوب حيث إن قيمة المورد المستقبلية أو الحالية عادة ما تعكس قيمة الإنتاجية الحدية للمورد ونقصد بالقيمة الحدية للمورد القيمة المضافة لإسهام المورد في إنتاج سلعة ما مقيمة على أساس سعر السلعة المنتجة، ويستخدم المورد حالياً إذا كانت القيمة الحالية للمورد أكبر من القيمة المستقبلية للمورد حيث:

$$P_0 \succ \frac{P_T}{(1+r)^T}$$

حيث r هنا تعكس قيمة معدل التخفيض الاجتماعي وهو ذلك المعدل الذي يتم استخدامه لمقارنة القيمة المستقبلية P_T بالقيمة الحالية P_0 والمفاضلة بينهما لاتخاذ القرارات المتعلقة باستخدام المورد حالياً أو مستقبلياً بشكل لا يؤدي إلى ظلم للأجيال القادمة.

ونلاحظ هنا أنه إذا كان صحيحاً أن رأس المال المنتج من الموارد القابلة للنضوب يتم استثماره بطريقة صحيحة فإن الإنتاجية الحدية لرأس المال تساوي معدل الخصم الاجتماعي حيث:

$$r = \frac{dy}{dk}$$

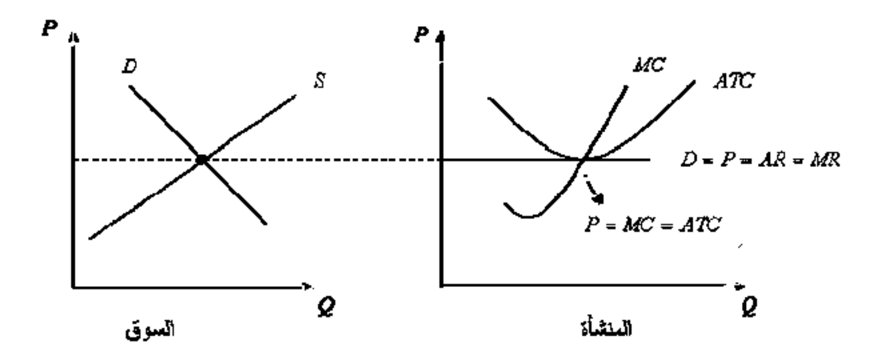
وإذا كان الاقتصاد استهلاكياً فإننا نتوقع $r \succ i$ حيث i سعر خصم الاستهلاك، ومن ثم فإن $\frac{dy}{dk} \succ i$ بينما إذا كان الاقتصاد متوازناً بين الاستهلاك والإنتاج فإن $\frac{dy}{dk} = r = i$.

3. الفرق بين شرط التوازن في السلع العادية والموارد القابلة للنضوب؟

شرط توازن السوق في حالة السلع العادية أن السعر يساوي التكلفة الحدية، حيث:

$$P_t = MC_t$$

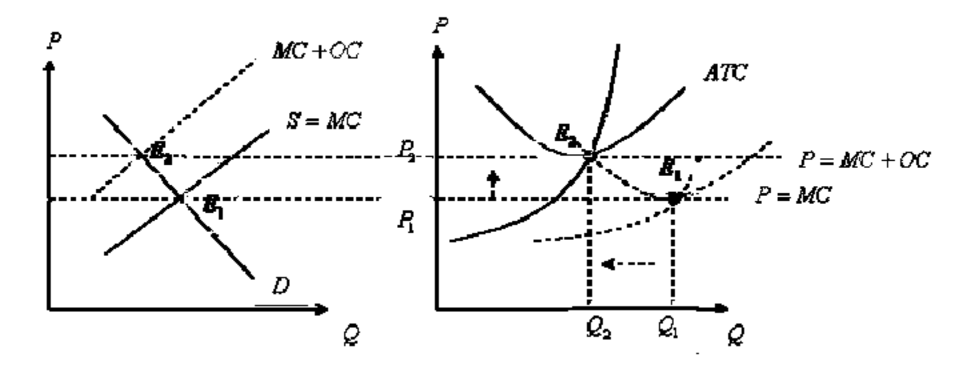
ويمكن توضيح الشرط بيانياً حيث:



حيث إن السعر يساوي التكلفة الحدية مع متوسط التكاليف المتغيرة وهو شرط توازن المنشأة التي تعمل في سوق المنافسة التامة. إلا أن هذا الشرط التوازني لا يتناسب مع الموارد القابلة للنضوب، حيث إنه لا ينظر بعين الاعتبار لتكلفة الفرصة البديلة عند نضوب المورد، ولذلك يصبح شرط التوازن الصحيح لاستغلال هذه الأنواع من الموارد هو: السعر يساوي التكلفة الحدية + تكلفة الفرصة البديلة؛ حيث:

$$P_t = MC_t + OC_t$$

ويمكن توضيح ذلك بيانياً:



وهو ما يؤدي كما في الرسم البياني إلى ارتفاع السعر التوازني من P_1 إلى P_2 وانخفاض كمية الإنتاج التوازنية من Q_1 إلى Q_2 بمقدار = $Q_1 - Q_2$. ويمكن تعريف تكلفة النضوب للمورد الطبيعي .O.C بأنها تلك التكلفة التي يتحملها المجتمع عندما ينفد المورد من أجل توفير الخدمة أو السلعة للمجتمع من أفضل بديل يتوفر للمجتمع تقنياً.

4. الفرق بين الشرط الضعيف والشرط القوي للتنمية المستدامة؟

شرط التنمية المستدامة القوي أن يكون كل هدف من أهداف المتجه الرياضي D موجباً في كل مدة من المدد أي: لا يتناقص عبر الزمن حيث إن التنمية المستدامة معناها تحقيق تنمية لا نهائية، أما إذا كانت أهداف أو عناصر المتجه الرياضي D موجبة خلال مدد زمنية محددة فهذا يعرف بشرط التنمية المستدامة الضعيف.

ويعتبر ثبات حجم مخزون رأس المال على الأقل شرطاً ضرورياً للتنمية المستدامة أي إن الجيل الحالي يترك للأجيال القادمة مخزون حجم رأس المال الذي ترك له من الأجيال السابقة نفسه أو أفضل منه مع الأخذ في الاعتبار معدل الإهلاك السنوي لرأس المال، ومن الناحية الاقتصادية فإن ثبات حجم مخزون رأس المال هو ثبات القيمة الحالية لمخزون رأس المال سواء أكان مورداً طبيعياً أو رأس مال من صنع الإنسان، ويعتمد ثبات قيمة مخزون رأس المال على سعر المورد وتكلفة رأس المال.

5. تعريف وأهداف التنمية المستدامة؟

التنمية المستدامة: Sustainable Development مبدأ فلسفي لتوجيه التنمية الاقتصادية والإدارة البيئية لتوفير الرفاهية الاقتصادية للجيل الحالي والأجيال القادمة دون أن يتعدى جيل على حقوق الأجيال القادمة بعده، ويمكن توضيح التنمية المستدامة رياضياً من خلال متجه رياضي D يحتوي الأهداف الاجتماعية والاقتصادية والبيئية المختلفة. ومن هذه الأهداف ما يأتي:

(1) تحقيق نمو اقتصادي حقيقي على مستوى الفرد والمجتمع.

(2) تحسين مستوى الصحة والتغذية.

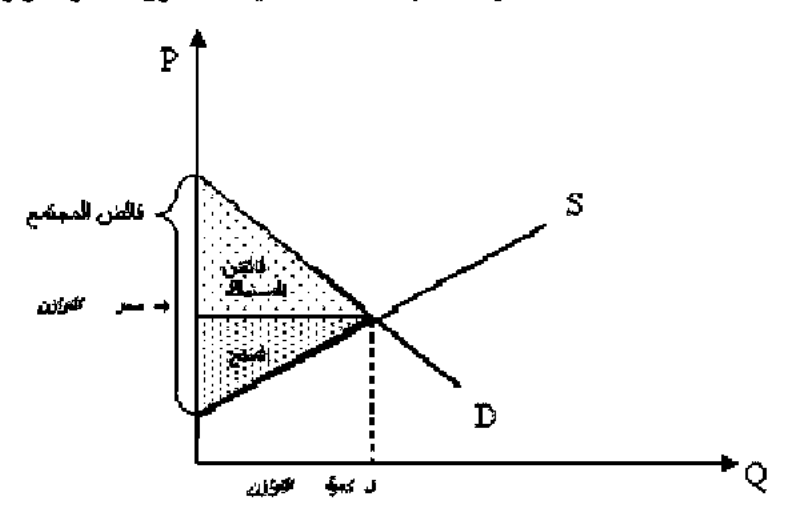
(3) تحسين المستوى التعليمي.

(4) توزيع الدخل بشكل أكثر عدالة.

(5) تحسين مستوى المشاركة للمواطنين في اتخاذ القرارات الأساسية.

6. فائض المستهلك وفائض المنتج وفائض المجتمع وصفياً ورياضياً وبيانياً؟

فائض المستهلك: هو الفرق بين السعر الذي يكون المستهلك مستعداً لدفعه للحصول على كمية معينة من سلع وخدمات وبين السعر الذي يكون المستهلك مستعداً لدفعه فعلاً لتلك الكمية حسب ما حددته آليات السوق (سعر التوازن).



و من الرسم البياني: فإن فائض المستهلك: هو المساحة المحصورة بين منحنى الطلب وسعر التوازن

حيث فائض المستهلك = مساحة المثلث

$$= \frac{1}{2}(\text{القاعدة}) \times \text{الإرتفاع}$$

فائض المنتج: هو الفرق بين السعر الذي يكون المنتج مستعداً لبيع كمية معينة من سلع وخدمات عنده وبين السعر الذي يحصل عليه فعلاً لتلك الكمية حسب ما حددته آليات وقوى السوق (سعر التوازن).

و من الرسم البياني: يتضح أن فائض المنتج: هو المساحة المحصورة بين منحنى العرض وسعر التوازن

حيث فائض المنتج = مساحة المثلث

$$= \frac{1}{2}(\text{القاعدة}) \times \text{الإرتفاع}$$

فائض المجتمع: هو مجموع فائض المستهلك وفائض المنتج

وبيانياً هو المساحة المحصورة بين منحنى الطلب ومنحنى العرض.

7. القدرة الحمولية CMC وأعلى معدل قابل للاستدامة MSY وعلاقتها بسلوك المورد الإحيائي؟

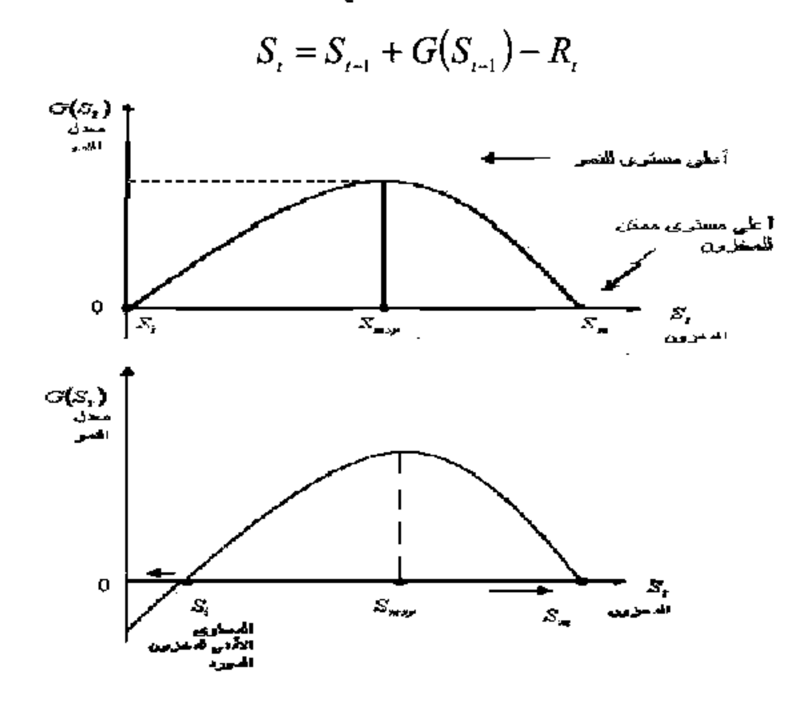
سلوك حجم المورد الإحيائي عبر الزمن تابع لمستوى المخزون المتبقي، حيث يعتمد نموه على التوالد والتكاثر الطبيعي الذي يعتمد بدوره على مستوى المخزون المتبقي والقدرة الحمولية للمورد CMC. ومثال ذلك المراعي أو الغابات أو مصائد الأسماك، فالأسماك في منطقة معينة ودون وجود أي صيد يعتمد نموها في نهاية المطاف على الطاقة الاستيعابية القصوى CMC لهذه المنطقة؛ مما يضع محدداً على المستوى

الأعلى الممكن لمخزون الأسماك في تلك المنطقة، وبالتالي تكون معادلة النمو لهذا المورد:

$$G(\ S_t\ ) = \sigma\left(1 - \frac{S_t}{S_m}\right)S_t$$

حيث: $G(S_t)$ نمو مخزون المورد الإحيائي، S_m الطاقة الاستعابية للمنطقة (الطاقة الحمولية)، $\sigma > 0$، وفي هذه الحالة يصبح معدل نمو أو تكاثر المورد الإحيائي $G(S_t)$ معتمداً على مستوى المخزون من المورد في المدة السابقة S_{t-1} حيث تكون معادلة المخزون بعد إضافة عامل النمو كما يأتي:

$$S_t = S_{t-1} + G(S_{t-1}) - R_t$$



ويوضح الرسم البياني السابق أن S_{msy} هو أعلى مستوى من المخزون يحقق أعلى معدل من النمو $G(S_t)$، والمستوى الأدنى من المخزون S_l هو المستوى الذي يكون عنده معدل النمو $G(S_t)$ مساوياً للصفر، وفي حالة انخفاض رصيد المورد عن S_l فإن معدل النمو يصبح سالباً.

8. الفرق بين سلوك المخزون للمورد القابل للنضوب عنه في المورد المتجدد بالتفصيل؟

سلوك المخزون للمورد القابل للنضوب يعتمد على ما يتم استخراجه خلال المدد الزمنية المختلفة بحيث لا يتجاوز كمية المخزون الابتدائي S_0 المتوافر للاستخراج، أي إن:

$$\sum_{t=1}^{T} R_t \leq S_o$$

ونلاحظ هنا أن كمية المخزون المتبقية تعتمد على كمية المخزون الابتدائي ومجموع الكميات المستخرجة وأي كميات جديدة مكتشفة، وبعبارة أخرى فإن:

$$S_t = S_{t-1} - R_t$$

كذلك معدل الاستخراج أو الإنتاج من المورد لا يمكن أن يكون سالباً، وبمعنى آخر لا يمكن أن تتم إعادة حقن أو إمداد مخزون المورد بالكميات التي تم استخراجها سابقاً:

$$R_t \geq 0$$

أي إن مستوى أو معدل الاستخراج لأي مدة إما موجب أو صفر لكل المدد الزمنية في المدى التخطيطي.

وسلوك المخزون للمورد المتجدد أن المخزون لا يعتمد فقط على حجم الاستخراج ولكن على نمو المورد $G(S_t)$ أيضاً، وما قد يكون نمواً داخلياً أو مستقلاً. ففي حالة النمو المستقل تكون ديناميكية المخزون:

$$S_t = S_{t-1} + G(S_{t-1}) - R_t$$

بينما في حالة النمو الداخلي تكون ديناميكية المخزون:

$$G(\ S_t\ ) = \sigma\left(1 - \frac{S_t}{S_m}\right)S_t$$

حيث: $G(S_t)$ نمو مخزون المورد الإحيائي، S_m الطاقة الاستيعابية للمنطقة CMC، حيث $\sigma \succ 0$.

السؤال الثاني:

بعد تخرجك من جامعة الملك سعود عملت بقسم التحليل الاقتصادي في شركة أرامكو، حيث علم رئيسك أنك خبير في اقتصاديات الموارد فكلفك بإجراء تحليل اقتصادي لحقل جديد تم اكتشاف معطياته كما يأتي: دالة تكاليف الإنتاج من حقل النفط المقدرة من قسم الهندسة القيمية هي: $TC = 5R_t + 0.5R_t^2$ ؛ بينما معكوس دالة الطلب عليه هي:

$$P_t = 50 - 0.5R_t$$

وتم تقدير المخزون الابتدائي في الحقل بـ 105 وسعر الخصم بأنه 10% والزمن T سنتان.

1. **كون مسألة التعظيم لعائد الإنتاج مع التوضيح؟**

تعظيم القيمة الحالية لعوائد استغلال المورد القابل للنضوب (π) تساوي:

$$\frac{\text{دالة الإيراد الكلي} - \text{دالة التكاليف الكلية}}{\text{سعر الخصم}}$$

وهذا يعني: $$Max \sum_{t=1}^{t} \pi_t = Max \sum_{t=1}^{t} \frac{TR_t - TC_t}{(1+r)^t}$$

وبما أن الإيراد الكلي TR_t هو المنطقة الموجودة تحت منحنى الطلب فإن دالة الإيراد الكلي تساوي تكامل معكوس دالة الطلب (دالة السعر)، حيث:

$$\because TR_t = \int_0^t P_t \ dR_t$$

وبالتالي تكون دالة الإيراد الكلي هي:

$$\therefore TR_t = 50R_t - \tfrac{1}{4}R_t^2$$

وبما أن دالة التكاليف الكلية هي:

$$TC_t = 5R_t + 0.5R_t^2$$

وبالتعويض في دالة تعظيم العائد وفقاً لمسألة التحكم الأمثل هي:

$$Max\sum_{t=1}^{2}\frac{50R_t-\frac{1}{4}R_t^2-5R_t-0.5R_t^2}{(1+0.1)^t}=Max\sum_{t=1}^{2}\frac{45R_t-\frac{3}{4}R_t^2}{(1+0.1)^t}$$

تحت قيود: Subject To

قيد المخزون هو: $R_1+R_2\leq 105$

قيد عدم السالبية هو: $R_1,R_2\geq 0$

2. كون معادلة لاجرانج في هذه الحالة؟

دالة لاجرانج $L(R_1,R_2,\lambda)$ = عائد استخراج المورد في المدة الأولى + عائد استخراج المورد في المدة الثانية + $\lambda\times$ (قيــد النضوب)

وبالتالي يمكن صياغة معادلة لاجرانج رياضياً كما يأتي:

$$L(R_1,R_2,\lambda)=45R_1-\tfrac{3}{4}R_1^2+\frac{45R_2-\frac{3}{4}R_2^2}{1.1}+\lambda(105-R_1-R_2)$$

3. استنتج الشروط الضرورية لتعظيم عائد الإنتاج من الحقل الجديد مع شرحها؟

يمكن الحصول على الشروط الضرورية لتعظيم عائد الإنتاج من الحقل الجديد بتفاضل دالة لاجرانج إلى متغيراتها الداخلية ونساويهما بالصفر كما يأتي:

1- الشرط الضروري لتعظيم عائد الإنتاج في المدة الأولي $\frac{\partial L}{\partial R_1}$ ، حيث:

$$\frac{\partial L}{\partial R_1}=45-1.5R_1-\lambda=0 \qquad (1)$$

2- الشرط الضروري لتعظيم عائد الإنتاج في المدة الثانية $\frac{\partial L}{\partial R_2}$ ، حيث:

$$\frac{\partial L}{\partial R_2}=\frac{45-1.5R_2}{1.1}-\lambda=0 \qquad (2)$$

3- الشرط الكافي للأمثلية، وهو أن إجمالي المورد المستخرج في المدتين لا يمكن أن يتجاوز المخزون الابتدائي $\frac{\partial L}{\partial \lambda}$ حيث:

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = 105 - R_1 - R_2 = 0 \qquad (3)$$

4. أوجد كميات الاستخراج المثلى والمخزون المتبقي والقيمة الحالية لربح المنتج وسعر المورد في هذه الحالة؟

بمساواة المعادلة رقم (1) بالمعادلة رقم (2)، حيث:

$$45 - 1.5R_1 = \frac{45 - 1.5R_2}{1.1}$$

$$1.65R_1 = 4.5 + 1.5R_2$$

$$\therefore R_1 = 2.73 + 0.91R_2 \qquad (4)$$

وبالتعويض بالمعادلة رقم (4) في المعادلة رقم (3)، حيث:

$$\because 105 - R_1 - R_2 = 0$$

$$105 - (2.73 + 0.91R_2) - R_2 = 0$$

$$R_2 = \frac{102.27}{1.91}$$

$$\therefore R_2 = 53.54 \qquad (5)$$

وبالتعويض بالمعادلة رقم (5) في المعادلة رقم (4) نحصل على:

$$\because R_1 = 2.73 + 0.91R_2$$

$$R_1 = 2.73 + 0.91(53.54)$$

$$\therefore R_1 = 51.46 \qquad (6)$$

يمكن حساب المخزون المتبقي بالتعويض بالمعادلة رقم (6)، (5) في المعادلة رقم (3)، حيث:

$$S_t = 105 - 51.46 - 53.54$$
$$\therefore S_t = 0$$

يمكن إيجاد القيمة الحالية لربح منتج خلال المدتين بالتعويض بقيم R_t في دالة تعظيم العائد

$$\because \pi_t = 45R_1 - \tfrac{3}{4}R_1^2 + \frac{45R_2 - \tfrac{3}{4}R_2^2}{1.1} + \lambda(105 - R_1 - R_2)$$
$$\pi_t = 45(51.46) - \tfrac{3}{4}(51.46)^2 + \frac{45(53.54) - \tfrac{3}{4}(53.54)^2}{1.1}$$
$$\pi_t = 329.6 + 235.82 = 567.42$$
$$\therefore \pi_t = 567.42$$

كما يمكن حساب سعر المورد في المدتين بالتعويض بقيم R_t في دالة السعر، حيث:

$$\because P_t = 50 - 0.5R_t$$

حساب سعر المورد للمدة الأولى:

$$\because P_1 = 50 - 0.5(51.46)$$
$$\therefore P_1 = 24.27$$

حساب سعر المورد للمدة الثانية:

$$\because P_2 = 50 - 0.5(53.54)$$
$$\therefore P_2 = 23.23$$

بسم الله الرحمن الرحيم

كلية العلوم الإدارية	265 قصد	اقتصاديات الموارد
قسم الاقتصاد	اختبار فصلي (2)	د. حمد بن محمد آل الشيخ

الاسم:.............................. الشعبة :.......................................

الرقم الجامعي:........................ رقم التحضير:.....................................

ملحوظة: للتنظيم وحسن العرض تقدير خاص

السؤال الأول : أجب عن خمس من النقاط الآتية بشكل وافٍ :

1. وضح الفرق بين معادلات ديناميكية المخزون للمورد الناضب عنها للمورد المتجدد مع التوصيف الرياضي لها.
2. القدرة الحمولية CMC وأعلى معدل قابل للاستدامة MSY وعلاقتها بسلوك المورد الإحيائي.
3. عرف النظام البيئي (الطبيعي)، موضحاً التداخل والتفاعل بين النظام البيئي والنظام الاقتصادي والنظام الاجتماعي، ومبيناً الدور الذي تقوم به الغابات في هذه المنظومة.
4. وضح بالرسم البياني والتحليل الرياضي ديناميكية استغلال الموارد القابلة للنضوب في حالة وجود بديل تقني لها مبيناً كيفية تكوين دالة هاملتون.
5. ما هي أمثلية بريتو في توزيع الموارد المتاحة، موضحاً بالرسم البياني شرط بريتو للكفاءة؟
6. وضح مفهوم الندرة الاقتصادية كمفهوم اقتصادي على الموارد الطبيعية، مبيناً خصائص الموارد الطبيعية، وأهميتها النسبية في عملية التنمية.
7. وضح أثر الملكية المشاعة على المراعي، مدعماً إجابتك بالرسم البياني.
8. الفرق بين سلوك المخزون للمورد القابل للنضوب عنه للمورد المتجدد بالتفصيل.

السؤال الثاني:

بعد تخرجك من جامعة الملك سعود عملت بقسم التحليل الاقتصادي في شركة أرامكو، حيث علم رئيسك أنك خبير في اقتصاديات الموارد فكلفك بإجراء تحليل اقتصادي لحقل جديد تم اكتشاف معطياته كما يأتي: دالة تكاليف الإنتاج من حقل النفط المقدرة من قسم الهندسة القيمية هي: $TC = 100R_t + R_t^2$ ؛ بينما معكوس دالة الطلب عليه هي:

$$P_t = 1000 - R_t$$

وتم تقدير المخزون الابتدائي في الحقل بـ 400 وسعر الخصم بأنه $r = 5\%$ والزمن T سنتان.

1- كون مسألة التعظيم لعائد الإنتاج مع التوضيح.

2- كون معادلة لاجرانج في هذه الحالة.

3- استنتج الشروط الضرورية لتعظيم عائد الإنتاج من الحقل الجديد مع شرحها.

4- أوجد كميات الاستخراج المثلى والمخزون المتبقي والقيمة الحالية لربح المنتج وسعر المورد في هذه الحالة.

السؤال الثالث:

مصنع للإسمنت له دالة منحنى عرض هي: $Q_s = -2 + P$

وله دالة طلب هي: $Q_d = 12 - 1.5P$

أ) احسب فائض المستهلك وفائض المنتج وفائض المجتمع مع الرسم.

ب) إذا كانت هناك وفورات خارجية لإنتاج الإسمنت نتيجة التلوث الناتج من مخلفات المصنع تجعل منحنى العرض الاجتماعي يصبح: $Q_S = -2 + 0.5P$

احسب حجم الخسارة في الرفاهية الاقتصادية للمجتمع بسبب وجود هذه المتعديات موضحاً كيف يتم تصحيح آثار هذه المتعديات على المجتمع من وجهة نظر كواس، موضحاً إجابتك بالرسم البياني والأرقام؟

بسم الله الرحمن الرحيم

كلية العلوم الإدارية	265 قصد	اقتصاديات الموارد
قسم الاقتصاد	إجابة اختبار فصلي (2)	د. حمد بن محمد آل الشيخ

الاسم: (نموذج إجابة) الشعبة:...

الرقم الجامعي:...................................... رقم التحضير:...

ملحوظة: للتنظيم وحسن العرض تقدير خاص

السؤال الأول: أجب عن خمس من النقاط الآتية بشكل وافٍ:

1. **وضح الفرق بين معادلات ديناميكية المخزون للمورد الناضب عنها للمورد المتجدد مع التوصيف الرياضي لها؟**

توضح معادلات ديناميكية المخزون للمورد الناضب أن مجموع ما يتم استخراجه خلال المدد الزمنية المختلفة لا يتجاوز كمية المخزون الابتدائي S_0 المتوافر للاستخراج، أي إن:

$$\sum_{t=1}^{T} R_t \leq S_\circ$$

ونلاحظ هنا أن كمية المخزون المتبقية تعتمد على كمية المخزون الابتدائي ومجموع الكميات المستخرجة وأي كميات جديدة مكتشفة، وبعبارة أخرى فإن:

$$S_t = S_{t-1} - R_t$$

حيث:

$$R_t \geq 0$$

بينما توضح معادلات ديناميكية المخزون للمورد المتجدد أن المخزون لا يعتمد على حجم الاستخراج فقط ولكن على نمو المورد $G(S_t)$ أيضاً، وما قد يكون نمواً داخلياً أو مستقلاً، ففي حالة النمو المستقل تكون ديناميكية المخزون:

$$S_t = S_{t-1} + G(S_{t-1}) - R_t$$

بينما في حالة النمو الداخلي تكون ديناميكية المخزون:

$$G(\ S_t\ ) = \sigma\left(1 - \frac{S_t}{S_m}\right)S_t$$

حيث: $G(S_t)$ نمو مخزون المورد الإحيائي، S_m الطاقة الاستيعابية للمورد (الطاقة القصوى)، $\sigma \succ 0$.

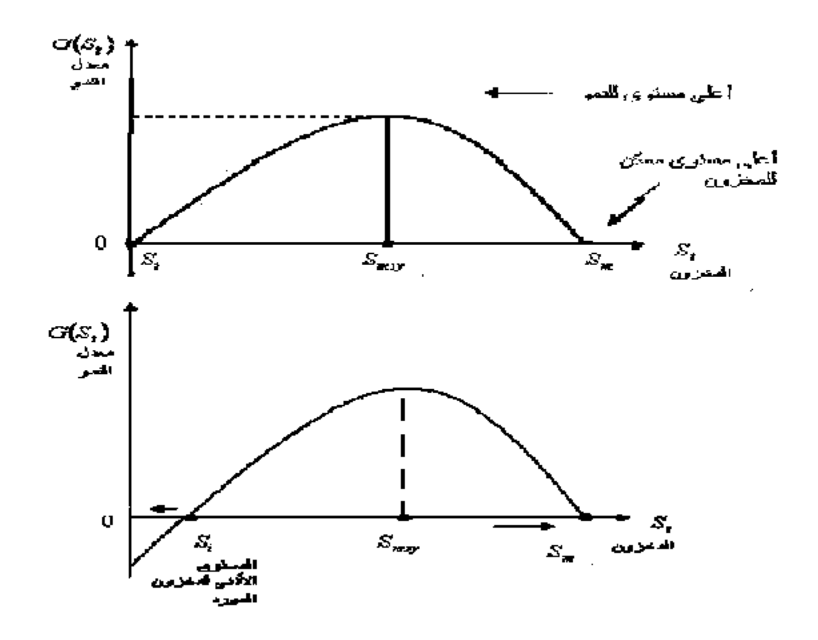
2. القدرة الحمولية CMC وأعلى معدل قابل للاستدامة MSY وعلاقتها بسلوك المورد الإحيائي؟

ونمو المورد الإحيائي يعتمد على التوالد والتكاثر الطبيعي الذي يعتمد بدوره على مستوى المخزون المتبقي والقدرة الحمولية للمورد CMC. ومثال ذلك المراعي أو الغابات أو مصائد الأسماك، فالأسماك في منطقة معينة ودون وجود أي صيد يعتمد نموها في نهاية المطاف على الطاقة الاستيعابية القصوى CMC لهذه المنطقة؛ مما يضع محدداً على المستوى الأعلى الممكن لمخزون الأسماك في تلك المنطقة وبالتالي تكون معادلة النمو لهذا المورد:

$$G(\ S_t\ ) = \sigma\left(1 - \frac{S_t}{S_m}\right)S_t$$

حيث: $G(S_t)$ نمو مخزون المورد الإحيائي، S_m الطاقة الإستعابية للمنطقة (الطاقة الحمولية)، $\sigma \succ 0$ ، وفي هذه الحالة يصبح معدل نمو أو تكاثر المورد الإحيائي $G(S_t)$ معتمداً على مستوى المخزون من المورد في المدة السابقة S_{t-1} حيث تكون معادلة المخزون بعد إضافة عامل النمو كما يأتي:

$$S_t = S_{t-1} + G(S_{t-1}) - R_t$$



ويوضح الرسم البياني السابق أن S_{msy} هو أعلى مستوى من المخزون يحقق أعلى معدل من النمو $G(S_t)$ ، والمستوى الأدنى من المخزون S_l هو المستوى الذي يكون عنده معدل النمو $G(S_t)$ مساوياً للصفر، وفي حالة انخفاض رصيد المورد عن S_l فإن معدل النمو يصبح سالباً.

3. عرف النظام البيئي (الطبيعي)، موضحاً التداخل والتفاعل بين النظام البيئي والنظام الاقتصادي والنظام الاجتماعي، ومبيناً الدور الذي تقوم به الغابات في هذه المنظومة؟

النظام البيئي Ecological نظام معقد ومتداخل ومتشابك يشمل جميع الأنظمة الموجودة على كوكب الأرض Ecosystems من أنظمة حية وأنظمة غير حية، ويعتبر النظام البيئي هو المصدر الرئيس الداعم للحياة على كوكب الأرض، وتهدف النظم البيئية المختلفة إلى تقديم مجموعة من الخدمات والقيام بمجموعة من الوظائف منها:

1- توفير الغذاء اللازم لأشكال الحياة المختلفة.

2- توفير قاعدة من الموارد الطبيعية المتجددة والناضبة.

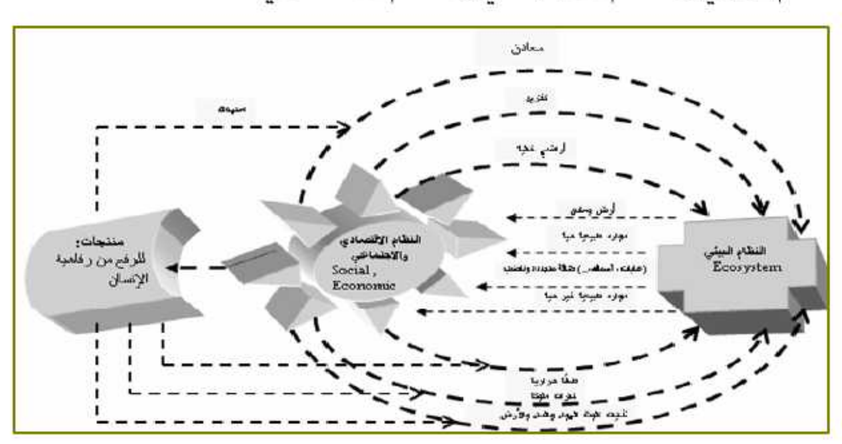
3- توفير الغازات اللازمة للحياة على كوكب الأرض، فالكائنات الحية تحتاج إلى حوالي 26 عنصراً كيميائياً لنموها منها (الكربون، الهيدروجين، الأكسجين، وغيرها ...) حيث تنتقل هذه العناصر بين المواد الحية والمواد غير الحية في نظام طبيعي معقد.

4- توفير مجموعة من السلع الطبيعية كالمسطحات الخضراء والبحيرات والأنهار والجبال وغيرها مما يتمتع الإنسان بالنظر إليه أو استهلاكه مباشرة.

5- أنه يقدم النظام الطبيعي للإنسان لاستيعاب المخلفات التي ينتجها والتخلص منها.

6- أنه يقدم النظام الطبيعي كنظام لدعم وتطوير حياة الإنسان بشكل عام.

وبما أن النظام البيئي هو نظام معقد ومتشابك مع أنظمة كثيرة مرتبطة بالإنسان أهمها النظام الاقتصادي والنظام الاجتماعي ويوضح الرسم البياني الآتي التداخل بين النظام البيئي والنظام الاجتماعي والنظام الاقتصادي:



حيث يوضح الشكل البياني التفاعل التداخلي للنظام الاقتصادي والاجتماعي مع النظام البيئي؛ حيث يوضح المربع الأول من اليمين النظام البيئي الذي يوفر مختلف أنواع الموارد للإنسان ليستغلها في أطار نظامه الاقتصادي والاجتماعي لزيادة رفاهيته ومستوى معيشته. غير أنه يقوم من خلال استغلاله لهذه الموارد ونشاطه الإنتاجي في

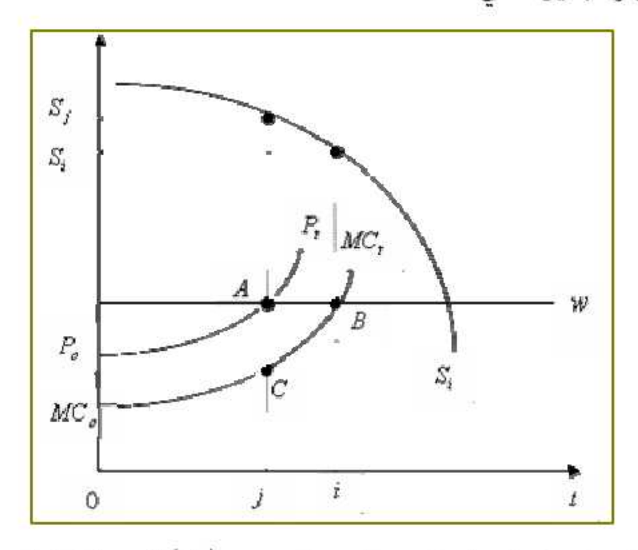
داخل نظامه الاجتماعي والاقتصادي بالمربع الأوسط بإنتاج ملوثات مصاحبة ومخلفات لا يمكن إعادة استخدامها (تدويرها)، مما يشكل ضغطاً على النظام البيئي. كما أن أنماط الاستهلاك والإنتاج التي يقوم بها الإنسان في إطار نظامه الاقتصادي والاجتماعي تتأثر كثيراً بوعي وثقافة وقيم المجتمع السائدة، وهو يوضح تداخل النظام البيئي مع النظام الاقتصادي والاجتماعي وثقافة وقيم المجتمع بشكل عام. وهو ما جعل العالم يتحول نحو التركيز على فكرة توفير الرفاهية الاقتصادية والرفع من المستوى المعيشي لأفراد المجتمع مع الحفاظ على النظام البيئي وصيانته كنظام داعم للحياة للجيل الحالي والأجيال المستقبلية أو ما سمي بالتنمية المستدامة Sustainable Development .

تعتبر أهمية الغابات البيئية والاقتصادية والإحيائية مثلاً حياً على التفاعل بين النظام البيئي والنظام الاجتماعي والنظام الاقتصادي حيث تعتبر الغابات من أهم النظم البيئية والطبيعية التي تلعب دوراً رئيساً في بناء المادة الحية على الأرض ويتمثل هذا الدور في تكوين المادة العضوية وتثبيت الكربون وإطلاق الأكسجين من خلال عملية البناء الضوئي، ... وتوفير الغذاء والدواء للإنسان إضافة إلى توفير المنتجات العديدة التي يستغلها الإنسان في نشاطه الاجتماعي والاقتصادي، كما إنها تعتبر مصدر مهماً للتنوع الإحيائي على المستوى النباتي والحيواني والبكتيري.

4. وضح بالرسم البياني والتحليل الرياضي ديناميكية استغلال الموارد القابلة للنضوب في حالة وجود بديل تقني لها مبيناً كيفية تكوين دالة هاملتون؟

في هذه الحالة نفترض أن التكاليف الحدية لاستخراج المورد تتزايد كلما انخفض مستوى المخزون المتبقي $MC_t = C(S_t)$ ، ولكن هناك احتمال وجود بديل تقني مكتشف يمكن تسميته "تقنية بديلة Backstop Technology" لهذا المورد. تكاليف إنتاج هذا البديل (المورد التقني) ثابتة تساوي $MC_t = w$. ولكن w الآن أكبر من C. وبعبارة أخرى فإن التكاليف الحدية لإنتاج المورد التقني البديل (التقنية البديلة) أعلى من تكاليف إنتاج هذه التقنية البديلة لاستخراج المورد الطبيعي. وكمثال

لذلك، لنفترض أن التكاليف الحدية لاستخراج المياه في التكوينات المائية العميقة (الآبار الجوفية) تتزايد كلما انخفض مخزون المياه في هذه التكوينات وأن البديل التقني لمورد المياه من هذه التكوينات، هو تقنية تحلية مياه البحر التي تتوافر بكميات غير محدودة عند تكلفة إنتاجية ثابتة. ولكن هناك عدداً من التساؤلات في هذا الإطار. منها ما هو التوزيع الديناميكي (التوزيع عبر الزمن) المثالي لاستخراج المورد الطبيعي القابل للنضوب؟ ومتى يبدأ إنتاج البديل التقني (تحلية المياه المالحة مثلاً) في هذه الحالة؟ وهل يمكن إنتاج المورد من المصدر الطبيعي ومن التقنية البديلة في آن واحد؟ وهل يعتبر هذا مثالياً اقتصادياً؟ ومتى يتوقف إنتاج المورد الطبيعي؟ وماذا لو كان المورد الطبيعي يتم إنتاجه من تكوينات مختلفة لها تكاليف حدية للاستخراج مختلفة المستوى؟ وهل لتكلفة نقل المورد المنتج بالتقنية البديلة (تقنية تحلية المياه) أثر على أي مدينة يتم إمدادها بالمياه من المورد الطبيعي أو من المورد البديل تقنياً؟ ويوضح الرسم البياني الآتي ديناميكية استغلال المورد الناضب مع وجود بديل تقني:



يوضح الرسم البياني أعلاه أن التكاليف الحدية $MC_t = C(S_t)$ لاستخراج المورد التي هي دالة عكسية في حجم المخزون S_t تتزايد كلما انخفض مخزون المورد؛

كما أن سعر المورد P_T يتزايد كلما تقدمنا في المدى الزمني. كما أن الخط الأفقي w يمثل التكاليف الإنتاجية الثابتة لإنتاج المورد من التقنية البديلة (تحلية المياه المالحة بالنسبة للمياه الجوفية). ويوضح الرسم أن الإنتاج سيعتمد من بداية المدى الزمني التخطيطي وحتى المدة j على المورد القابل للنضوب، حيث السعر أعلى من التكاليف الحدية لاستخراج المورد الطبيعي، كما أن التكاليف الحدية لاستخراج المورد الطبيعي MC_t أقل من التكاليف الحدية لإنتاج المورد البديل w خلال ذلك المدى الزمني. وعلى وجه التحديد، عند المدة j فإن السعر يساوي A ، بينما التكلفة الحدية لاستخراج المورد الطبيعي تساوي C ، والفرق بينهما هو المسافة بين A و C وتساوي تكلفة الفرصة البديلة لنضوب المورد الطبيعي.

نلاحظ أيضاً أننا كلما تقدمنا في المدى الزمني بعد المدة j فإن السعر لن يتزايد بالدرجة نفسها. لأن السعر إذا زاد عن A فإن السعر سيصبح مساوياً لـ w عند النقطة B ومن ثم سيتوقف إنتاج المورد الطبيعي ويبدأ إنتاج المورد من البديل التقني وسيكون السعر أعلى من w بنسبة ثابتة.

مما سبق يتضح أن إنتاج المورد الطبيعي سيستمر في المدى الزمني من المدة الابتدائية إلى المدة i ، ونلاحظ هنا أن ربح المنتج يبدأ بالانخفاض بين المدتين i و j وهو ما يساوي تكلفة الفرصة البديلة للنضوب حتى يصل إلى صفر عند المدة i أو النقطة B حيث تساوى التكاليف الحدية لاستخراج المورد الطبيعي سعر المورد وتساوي كذلك التكلفة الحدية لإنتاج المورد من البديل التقني w .

لتبسيط الحالة السابقة ولنتمكن من تمثيلها رياضياً، نفترض أن لدينا معكوس دالة الطلب على المورد الخطية الآتية:

$$P_T = A - B(R_t + \beta R_t)$$

حيث ترمز R_t إلى المورد المستخرج في المدة t .

بينما ترمز BR_t إلى المورد المنتج بالتقنية البديلة ($\beta \equiv$ Back stop Technology) في المدة t.

علماً بأن إنتاج BR_t له تكلفة حدية ثابتة تساوي w. وبالتالي تصبح دالة الهدف كما يأتي:

$$\underset{R_t, BR_t}{Max} \sum_{t=1}^{T} \int_0^{R_t} \int_0^{\beta R_t} \frac{\{(R_t + \beta R_t) - C(S_T) - w(\beta R_t)\}}{(1+r)^{t-1}}$$

تحت القيود:

$$S_O \geq \sum_{t=1}^{T} R_t$$

$$R_t \geq 0$$

$$BR_t \geq 0$$

نستطيع من مسألة التعظيم السابقة تكوين دالة هاملتون Hamiltonian Function والتي يمكن تمثيلها في صيغتها المختصرة كما يأتي:

$$H(R, BR, S, \lambda, t) = J(R, BR, S, t) + \lambda . g(R, BR, S, t)$$

وشروط تعظيمها الضرورية والكافية كالآتي:

$$\frac{\partial H}{\partial R} = 0$$

$$\frac{\partial H}{\partial S} = \lambda = -\left(\frac{\partial H}{\partial S}\right)$$

$$\frac{\partial H}{\partial \lambda} = \dot{X}$$

5. ما هي أمثلية بريتو في توزيع الموارد المتاحة، موضحاً بالرسم البياني شرط بريتو للكفاءة؟

تعتبر أمثلية بريتو Pareto Optimality أو كفاءة بريتو في توزيع الموارد المتاحة من المفاهيم الأساسية في تحليل الرفاهية الاقتصادية، وتعبر أمثلية بريتو عن حالة أو

وضع لتوزيع الموارد المتاحة في المجتمع بحيث لا يمكن أن تحسن من رفاهية أي فرد في المجتمع بإعادة توزيع هذه الموارد بين الأفراد دون أن تؤثر على برفاهية فرد آخر أو تضر بها، ويطلق أحياناً على أمثلية أو كفاءة بريتو كفاءة التوزيع للموارد المتاحة للمجتمع في الاقتصاد.

شرط بريتو أو كفاءة بريتو Pareto Efficient Allocation يقول إنه عند التخصيص الأمثل للموارد في المجتمع يستحيل إعادة تخصيصها أو استخدامها بطريقة أخرى دون أن يؤدي ذلك (إعادة التوزيع) إلى أن يستفيد بعض الناس على حساب أناس آخرين.

وبشكل محدد فإن أفضلية بريتو (شرط بريتو) Pareto Optimality Condition هي حالة من تخصيص أو توزيع الموارد تتوافق مع الشروط الآتية:

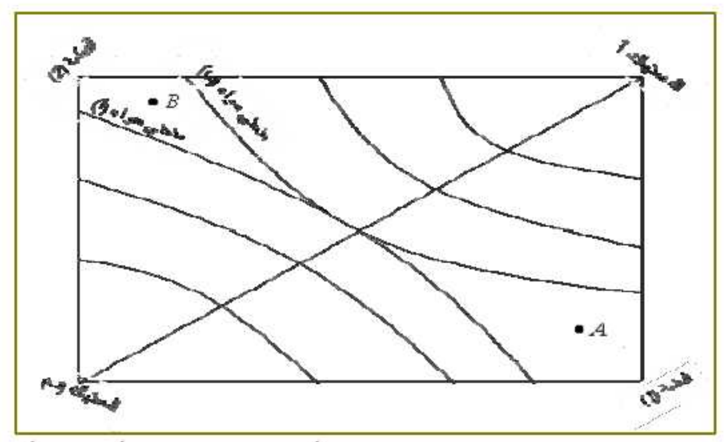
1- كفاءة الإنتاج: حيث إن السلع والخدمات تنتج بأقل تكلفة ممكنة وبأقل كمية ممكنة من الموارد الإنتاجية.

2- كفاءة التخصيص: حيث يكون حجم الإنتاج من كل سلعة منتجة أمثل، وتتحقق كفاءة التخصيص في الأجل القصير عندما يساوي سعر السلعة تكاليفها الحدية، بينما تتحق في الأجل الطويل عندما يساوي سعر السلع تكاليفها الحدية وتكاليفها الكلية المتوسطة.

3- لا توجد طريقة لتحسين أحد الأفراد دون أن يؤدي ذلك لتدهور وضع شخص آخر.

4- كل المكاسب من التجارة استنفدت، أو لا توجد فرصة للربح من إعادة تخصيص الموارد نفسها.

ويوضح الشكل الآتي كفاءة أو أمثلية بريتو في التوزيع:



ولكي تتحقق كفاءة بريتو فإن هناك شروطاً ضرورية وشرطاً كافياً، والشروط الضرورية هي:

أ) التخصيص الأمثل للموارد بين استخداماتها المتنافس عليها، ويحدث ذلك عندما يتساوى معدل الإحلال الحدي الفني $MRST_{LK}$ لكل عنصرين من عناصر الإنتاج (العمل، ورأس المال) في كل الصناعات التي تستخدمها، حيث:

معدل الإحلال الحدي الفني $MRST_{LK}$ للعمل ورأس المال في السلعة (A) معدل الإحلال الحدي الفني $MRST_{LK}$ للعمل ورأس المال في الصناعة (B) = $\frac{\text{سعر العمل}}{\text{سعر رأس المال}}$.

ب) الحجم الأمثل للمنتجات، ويتحقق ذلك عندما يتساوى معدل تحويل الإنتاج لأي سلعتين في كل المنشآت التي تنتجهما الذي يساوي النسبة بين سعري السلعتين أيضاً، حيث معدل تحويل الإنتاج للسلعة (2) والسلعة (1) في المنشأة A مثلاً يساوي معدل تحويل الإنتاج للسلعة (2) والسلعة (1) في المنشأة B مثلاً = $\frac{\text{سعر السلعة (1)}}{\text{سعر السلعة (2)}}$.

جـ) كفاءة الاستهلاك، ويحدث ذلك عندما يتساوى معدل الإحلال الحدي لكل سلعتين $MRS_{1,2}$ بالنسبة لكل المستهلكين لهما، كما يساوي أيضاً النسبة بين

سعريهما حيث معدل الإحلال الحدي للسلعة (2) والسلعة (1) للمستهلك (أ) = معدل الإحلال الحدي للسلعة (2) والسلعة (1) للمستهلك (ب) = $\frac{\text{سعر السلعة (1)}}{\text{سعر السلعة (2)}}$.

أما الشرط الكافي لتحقيق كفاءة بريتو فهو تزايد تكاليف الفرصة البديلة أي إن منحنى إمكانات الإنتاج يتحدب بعيداً عن نقطة الأصل.

6. وضح مفهوم الندرة الاقتصادية كمفهوم اقتصادي على الموارد الطبيعية، مبيناً خصائص الموارد الطبيعية، وأهميتها النسبية في عملية التنمية؟

مفهوم الندرة الاقتصادية كمفهوم اقتصادي على الموارد الطبيعية

الندرة: Scarcity تعني ببساطة أن الموارد متوافرة بكميات محدودة ولا تكفي لإشباع جميع الاحتياجات والرغبات، والندرة لا ترتبط بكمية ونوعية المورد فحسب، بل ترتبط باحتمالات الفناء والبقاء للمورد، إمكانيات الزيادة والنقصان للمورد، أنماط الإنتاج والاستهلاك للمورد، كذلك احتمالات تطور مستويات المعرفة والتقنية، وتطور الحاجات والعادات وتغير الأذواق، ومن ثم فندرة المورد هي ندرة نسبية؛ فقد نعاني من ندرة في مورد ما وقد لا نعاني من ندرة في مورد آخر، ويمكن إجمالاً توضيح تأثير مفهوم الندرة الاقتصادية كمفهوم اقتصادي على الموارد الطبيعية فيما يأتي:

1- أن الموارد التي لم يكن لها ثمن (قيمة تدفع) في الماضي أصبح لها ثمن مع تزايد ندرتها النسبية.

2- أن الندرة النسبية في الموارد تؤثر على أفضلية توزيع الموارد.

3- أن زيادة استنزاف الموارد يؤدي إلى ارتفاع التكاليف الحدية والمتوسطة لاستخراجها واستخدامها، ومن ثم تتفاقم مشكلة الندرة نتيجة لعدم استخدام المورد الاستخدام الأمثل.

4- أن الموارد القابلة للنضوب لها خاصية التداخل الزمني والمكاني في الاستخدام

عبر الزمن، ومن ثم تعتبر الموارد القابلة للنضوب من أكثر الموارد ندرة ومن ثم يزداد سعرها عبر الزمن بزيادة ندرتها.

خصائص الموارد الطبيعة

تعرف الموارد الطبيعية Natural resources بأنها الأشياء ذات القيمة في الحالة التي نجدها عليها، وليس للإنسان أي دخل في وجودها، ويمكن تعريفها بشكل آخر بأنها رصيد ذو قيمة اقتصادية يترتب على استغلاله تيار من المنافع، وقد تكون موارد طبيعية قابلة للنضوب ولا يمكن إعادة تدويرها مثل البترول، أو موارد طبيعية قابلة للنضوب ولكن يمكن إعادة تدويرها مثل المعادن، أو موارد طبيعة متجددة وقابلة للإكثار مثل الأسماك، أو موارد طبيعية متجددة ولكنها غير قابلة للإكثار مثل الأراضي الزراعية،..... ومن الخصائص التي تميزها عن السلع العادية ما يأتي:

(1) أنها طبيعية أي إن أصلها من الطبيعة، وليست من إنتاج الإنسان.

(2) أنها مادة خام لم يتم تعديلها وتحقق منفعة في الحالة التي تكون عليها.

(3) لها استخدامات اقتصادية متعددة، وبالتالي فإن الموارد التي لا تدخل في دائرة الاستغلال الاقتصادي بغرض إشباع حاجات معينة وليس لها ثمن اقتصادي لا تعتبر موارد.

(4) قيمتها الاقتصادية الناتجة عن ندرتها النسبية.

(5) الإنسان يستخدمها كمدخلات في عملية الإنتاج.

الأهمية النسبية للموارد الطبيعة في تحقيق التنمية

تبرز أهمية الموارد الطبيعية N في تحقيق التنمية من كونها عنصراً إنتاجياً مهماً من عناصر الإنتاج يتفاعل مع أي حجم من الموارد البشرية L ورأس المال K لتحقيق زيادة كبيرة في الرفاهية الاقتصادية للمجتمع ككل وتحقيق معدلات نمو اقتصادية عالية، حيث إن كفاءة الوظائف الاقتصادية الرئيسة من إنتاج وتبادل واستهلاك وما يرتبط بهما من وظائف أخرى من ادخار واستثمار وبناء طاقات

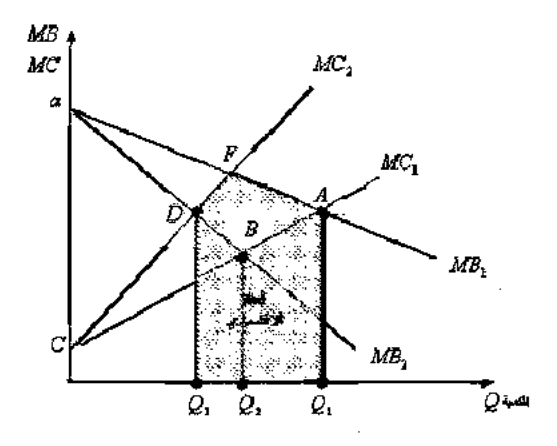
إنتاجية جديدة (بهدف تعظيم الرفاهية الاقتصادية للمجتمع ككل)، إنما يتوقف في النهاية على حجم ونوع الموارد الطبيعية الداخلة في الإنتاج.

$$Q = (L, K, N)$$

وبالتالي فإن توفر الموارد الطبيعية بكميات ونوعيات مناسبة يؤدي إلى زيادة كفاءة استغلال العناصر الأخرى الداخلة في العملية الإنتاجية وبذلك زيادة الإنتاج Q من سلع وخدمات، ما يؤدي بدوره إلى رفاهية المجتمع.

7. وضح أثر الملكية المشاعة على المراعي، مدعماً إجابتك بالرسم البياني.

تتميز كثير من الموارد المتجددة بأنها موارد مفتوحة أي: ذات ملكية مشاعة - Open Access؛ أي إنها موارد ذات ملكية مشاعة Common Property، حيث توجد حرية كاملة لدى جميع الراغبين باستخدام المورد عند أي كمية يستطيعون الحصول عليها، وهذا يؤدي إلى وفورات (متعديات) سالبة لجميع المهتمين باستغلال المورد. ومثل هذا النوع من الملكية للمورد يحتاج إلى إدارة من قبل الحكومة، وإلا سوف يؤدي إلى تدهور المورد وربما إلى انقراضه، بل إن عدم إدارته بشكل صحيح يؤدى إلى ما يسمى في أدبيات اقتصاديات الموارد مأساة المورد المشاع Common Property Tragedy، ويوضح الرسم البياني الآتي الفاقد والهدر الاقتصادي لوجود ملكية مشاعة للمراعي وغياب الإدارة:



ويوضح الشكل السابق أثر الملكية المشاعة Common Property على المراعي مع غياب نظام إدارة كفؤ لها ، ويوضح الرسم أن منحنى المنافع الحدية MB_2 هو المنحنى الحقيقي لاستغلال المرعي، بينما منحنى MB_1 هو المنحنى في حالة وجود إعانة غير مباشرة لاستغلال هذه المورد (كملكية مشاعة) ودون إدارة للمراعي؛ بينما التكاليف الحقيقية لاستغلال المورد هي MC_2 ؛ بينما MC_1 هي التكاليف السوقية لاستغلال المراعي في حالة الملكية المشاعة ودون إدارة للمراعي، والفرق بينهما هو تكاليف الوفورات (الخارجيات) نتيجة استغلال المورد لنظام مفتوح Open Acess.

نلاحظ أنه في حال غياب إدارة واعية من قبل السلطات المسؤولة عن المراعي فإن نقطة التوازن ستكون عن النقطة A حيث تكون الكمية المستغلة من المورد Q_1 ، بينما لو تم اعتبار المنافع الحقيقية MB_2 بدلاً من MB_1 لأصبح التوازن عند النقطة B ، وبذلك تنخفض الكمية المستغلة من المورد Q_1 إلى Q_2 ؛ بينما إذا تم اعتبار التكاليف الاجتماعية MC_2 بالإضافة إلى المنافع الاجتماعية لاستغلال المراعي MB_2 ، فإن التوازن سيكون عند النقطة هو d ، وبذلك ينخفض مستوى استغلال المورد Q_1 إلى Q_3 .

ونلاحظ أن تأثير غياب تعريف متكامل لملكية المورد (أي وجود ملكية مشاعة) وغياب الإدارة الكفؤ للمراعي يؤدي إلى زيادة استغلال المورد بطريقة جائرة بكمية من Q_1 إلى Q_3 مما يؤدي إلى تدهور واندثار المورد على المدى الطويل.

كما أن حجم الخسارة أو الفاقد الاقتصادي من الاستغلال الجائر للمورد سيكون مساحة $D\ Q_3\ Q_1\ A\ F$.

8. الفرق بين سلوك المخزون للمورد القابل للنضوب عنه للمورد المتجدد بالتفصيل؟

سلوك المخزون للمورد القابل للنضوب يعتمد على ما يتم استخراجه خلال المدد الزمنية المختلفة حيث لا يتجاوز كمية المخزون الابتدائي S_0 المتوافر للاستخراج، أي إن:

$$\sum_{t=1}^{T} R_t \leq S_0$$

ونلاحظ هنا أن كمية المخزون المتبقية تعتمد على كمية المخزون الابتدائي ومجموع الكميات المستخرجة وأي كميات جديدة مكتشفة، وبعبارة أخرى فإن:

$$S_t = S_{t-1} - R_t$$

كذلك فإن معدل الاستخراج أو الإنتاج من المورد لا يمكن أن يكون سالباً، وبمعنى آخر لا يمكن أن تتم إعادة حقن أو إمداد مخزون المورد بالكميات التي تم استخراجها سابقاً:

$$R_t \geq 0$$

أي إن مستوى أو معدل الاستخراج لأي مدة إما موجب وإما صفر لكل المدد الزمنية في المدى التخطيطي.

بينما سلوك المخزون للمورد المتجدد لا يعتمد على حجم الاستخراج فقط ولكن على نمو المورد $G(S_t)$ أيضاً، والذي قد يكون نمواً داخلياً أو مستقلاً. ففي حالة النمو المستقل تكون ديناميكية المخزون:

$$S_t = S_{t-1} + G(S_{t-1}) - R_t$$

بينما في حالة النمو الداخلي تكون ديناميكية المخزون:

$$G(\ S_t\ ) = \sigma\left(1 - \frac{S_t}{S_m}\right)S_t$$

حيث: $G(S_t)$ نمو مخزون المورد الإحيائي، S_m الطاقة الاستيعابية للمنطقة CMC، حيث $\sigma \succ 0$.

السؤال الثاني:

بعد تخرجك من جامعة الملك سعود عملت بقسم التحليل الاقتصادي في شركة أرامكو، حيث علم رئيسك أنك خبير في اقتصاديات الموارد فكلفك بإجراء تحليل اقتصادي لحقل جديد تم اكتشاف معطياته كما يأتي: دالة تكاليف الإنتاج من حقل النفط المقدرة من قسم الهندسة القيمية هي: $TC = 100R_t + R_t^2$ ؛ بينما معكوس دالة الطلب عليه هي:

$$P_t = 1000 - R_t$$

وتم تقدير المخزون الابتدائي في الحقل بـ 400 وسعر الخصم بأنه $r = \%5$ والزمن T سنتان.

1. **كون مسألة التعظيم لعائد الإنتاج مع التوضيح.**

حيث:

$$\because TC = 100R_t + R_t^2$$

$$\because TR = \int_0^t (1000 - R_t)dR = 1000R_t - \tfrac{1}{2}R_t^2$$

وبالتالي تكون دالة الهدف:

$$\because Max\sum_{t=1}^{t}\frac{1000R_t - \frac{1}{2}R_t^2 - 100R_t - R_t^2}{(1+0.05)^t}$$

$$\therefore Max\sum_{t=1}^{t}\frac{900R_t - \frac{3}{2}R_t^2}{(1+0.05)^{t-1}}$$

تحت قيود:

$$R_1 + R_2 \leq 400$$

$$R_1, R_2 \geq 0$$

2. كون معادلة لاجرانج في هذه الحالة.

$$\because L(R_t,\lambda)=\sum_{t=1}^{t}\frac{900R_t-\frac{3}{2}R_t^2}{(1+0.05)^t}+\lambda\left(400-\sum_{t=1}^{t}R_t\right)$$

$$L(R_1,R_2,\lambda)=900R_1-\tfrac{3}{2}R_1^2+\frac{900R_2-\frac{3}{2}R_2^2}{(1.05)}+\lambda(400-R_1-R_2)$$

3. استنتج الشروط الضرورية لتعظيم عائد الإنتاج من الحقل الجديد مع شرحها.

$$\frac{\partial L}{\partial R_1}=900-3R_1-\lambda=0 \qquad (1)$$

$$\frac{\partial L}{\partial R_2}=\frac{900-3R_2}{1.05}-\lambda=0 \qquad (2)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda}=400-R_1-R_2=0 \qquad (3)$$

4. أوجد كميات الاستخراج المثلى والمخزون المتبقي والقيمة الحالية لربح المنتج وسعر المورد في هذه الحالة.

إيجاد مستويات الإنتاج المثلى R_2, R_1 حيث:

$$900-3R_1=\lambda \qquad (1)$$

$$\frac{900-3R_2}{1.05}=\lambda \qquad (2)$$

وبما أن كلتا المعادلتين السابقتين تساوي λ ، فإن الطرفين على اليسار متساويان، أي إن:

$$\because 900-3R_1=\frac{900-3R_2}{1.05}$$

$$\therefore R_1=\frac{45+3R_2}{3.15}$$

$$\therefore R_1 = 14.28 + 0.952R_2 \qquad (4)$$

وبالتعويض عن قيمة R_1 في المعادلة رقم (3) حيث:

$$\because 400 - R_1 - R_2 = 0$$

$$400 - 14.28 - 0.952R_2 - R_2 = 0$$

$$\therefore 1.952R_2 = 385.75$$

وعليه فإن الكمية المستخرجة في المدة الثانية هي:

$$\boxed{\therefore R_2 = 197.6}$$

وبالتعويض عن R_2 في المعادلة (4) نحصل على قيمة R_1 حيث:

$$\therefore R_1 = 14.28 + 0.952(197.6)$$

فإن الكمية المثلى للاستخراج في المدة الأولى هي:

$$\boxed{\therefore R_1 = 202.34}$$

المخزون المتبقي من النفط = المخزون الابتدائي في الحقل – الكميات المستخرجة في المدتين

$$\because S_t = S_0 - (R_1 + R_2)$$

$$S_2 = 400 - 202.34 - 197.6$$

$$\boxed{\therefore S_2 \approx 0}$$

يمكن إيجاد القيمة الحالية لربح منتج خلال المدتين بالتعويض بقيم R_t في دالة تعظيم العائد

$$\because \pi_t = 900R_1 - \tfrac{3}{2}R_1^2 + \frac{900R_2 - \tfrac{3}{2}R_2^2}{(1.05)} + \lambda(400 - R_1 - R_2)$$

حيث:

$$\therefore \pi_t = 900(202.34) - \frac{3}{2}(202.34)^2 + \frac{900(197.6) - \frac{3}{2}(197.6)^2}{(1.05)}$$

$$\therefore \pi_t = 239965$$

كما يمكن حساب سعر المورد في المدتين بالتعويض بقيم R_t في دالة السعر، حيث:

$$P_1 = 1000 - 202.34$$

وهذا يعني أن سعر المورد في المدة الأولى:

$$\boxed{\therefore P_1 = 797.66}$$

بينما سعر المورد في المدة الثانية:

$$P_2 = 1000 - 197.6$$

$$\boxed{\therefore P_2 = 802.4}$$

السؤال الثالث:

مصنع للإسمنت له دالة منحنى عرض هي: $Q_s = -2 + P$

وله دالة طلب هي: $Q_d = 12 - 1.5P$

1. **احسب فائض المستهلك وفائض المنتج وفائض المجتمع مع الرسم.**

$$\because \quad Q_d = Q_s$$

$$12 - 1.5P = -2 - P$$

$$12 + 2 = P + 1.5P \Rightarrow 14 = 2.5P$$

$$\therefore P^* = \frac{14}{2.5} = 5.6$$

وهذا يعني أن السعر التوازني هو :

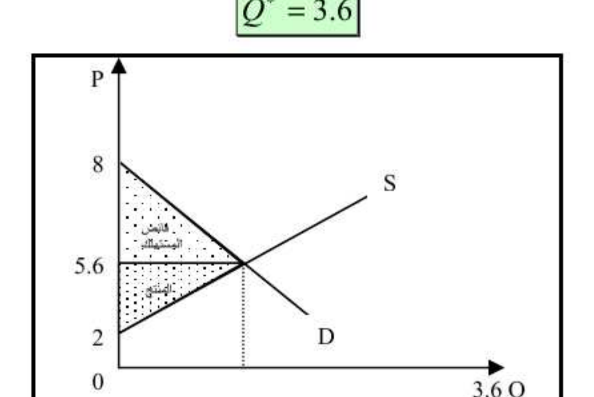
$$\boxed{P^* = 5.6}$$

بالتعويض في إحدى الدالتين لإيجاد الكمية التوازنية:

$$\begin{aligned} Q^* &= 12 - 1.5P \\ &= 12 - (1.5)(5.6) = 3.6 \end{aligned}$$

وهذا يعني أن الكمية التوازنية:

$$\boxed{Q^* = 3.6}$$



فائض المستهلك: هو المساحة المحصورة بين منحنى الطلب وسعر التوازن.

حيث فائض المستهلك = مساحة المثلث

$= \frac{1}{2}($ القاعدة $) \times$ الارتفاع

فائض المنتج: هو المساحة المحصورة بين منحنى العرض وسعر التوازن

حيث فائض المنتج = مساحة المثلث

$= \frac{1}{2}($ القاعدة $) \times$ الارتفاع

فائض المجتمع: هو مجموع فائض المستهلك وفائض المنتج، وبيانياً هو المساحة المحصورة بين منحنى الطلب وبين منحنى العرض.

ومن الرسم البياني وبعد إيجاد القواطع يمكن إيجاد قيمة فائض المستهلك وفائض المنتج حيث:

فائض المستهلك = $4.32 = 3.6 \times (8 - 5.6)\frac{1}{2}$

فائض المنتج = $6.48 = 3.6 \times (5.6 - 2)\frac{1}{2}$

فائض المجتمع = $10.8 = 4.32 + 6.48$

2. إذا كانت هناك وفورات خارجية لإنتاج الإسمنت نتيجة التلوث الناتج من مخلفات المصنع تجعل منحنى العرض الاجتماعي يصبح: $Q_S = -2 + 0.5P$ احسب سعر وكمية التوازن في هذه الحالة مع الرسم.

$$\because Q_d = Q_s$$

$$12 - 1.5P = -2 + 0.5P$$
$$2P = 14$$

وهذا يعني أن السعر التوازني هو:

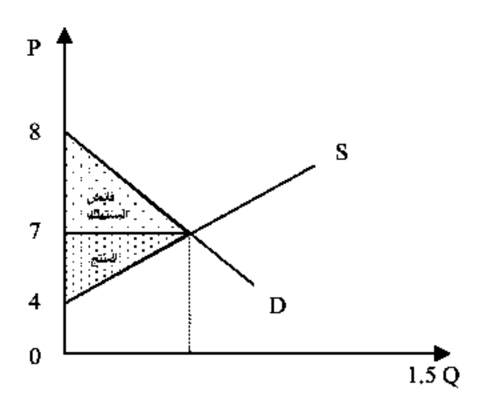
$$P^* = 7$$

بالتعويض في إحدى الدالتين لإيجاد الكمية التوازنية:

$$Q^* = 12 - 1.5(7)$$

وهذا يعنى أن الكمية التوازنية :

$$Q^* = 1.5$$



3. احسب فائض المستهلك وفائض المنتج ومجموع فائض المجتمع في هذه الحالة.

من الرسم البياني: بعد إيجاد القواطع.

فائض المستهلك = $0.75 = 1.5 \times (8-7)\frac{1}{2}$

فائض المنتج = $2.25 = 1.5 \times (4-7)\frac{1}{2}$

فائض المجتمع = $3 = 0.75 + 2.25$

4. احسب حجم الخسارة في الرفاهية الاقتصادية للمجتمع بسبب وجود هذه المتعديات موضحاً كيف يتم تصحيح آثار هذه المتعديات على المجتمع من وجهة نظر كواس، موضحاً إجابتك بالرسم البياني والأرقام.

حجم الخسارة في الرفاهية الاجتماعية = الفرق بين فائض المجتمع في الحالتين

$= 3 - 10.8 = -7.8$

وهذا يعني أن حجم الخسارة في الرفاهية هو 7.8

يتم تصحيح آثار هذه المتعديات على المجتمع من وجهة نظر كواس من خلال التفاوض بين الأطراف المعنية بها فيمكن أن يدفع مصنع الإسمنت تعويضات للأطراف المتأثرة بيئياً بما يعادل حجم الخسارة في الرفاهية.

بسم الله الرحمن الرحيم

كلية العلوم الإدارية	265 قصد	اقتصاديات الموارد
قسم الاقتصاد	اختبار نهائي	د. حمد بن محمد آل الشيخ

الاسم:.. الشعبة:..

الرقم الجامعي:.. رقم التحضير:..

ملحوظة: للتنظيم وحسن العرض تقدير خاص

السؤال الأول: أجب عن أربع فقرات مما يأتي:

1. **تكلم عن أهم الطرق المستخدمة لقياس التعديات البيئية اقتصادياً؟**
2. **"يختلف هدف المخطط الاجتماعي لاستغلال الموارد عن هدف المنتج الخاص في جوانب عدة" وضح بالرسم البياني والتحليل الرياضي هذه الجوانب.**
3. **عرف النظام البيئي (الطبيعي)، موضحاً التداخل والتفاعل بين النظام البيئي والنظام الاقتصادي والنظام الاجتماعي، ومبيناً الدور الذي تقوم به الغابات في هذه المنظومة.**
4. **ما هي أمثلية بريتو في توزيع الموارد المتاحة، موضحاً بالرسم البياني والتحليل الرياضي شرط بريتو للكفاءة؟**
5. **وضح بالرسم البياني والتحليل الرياضي ديناميكية استغلال الموارد القابلة للنضوب في حالة وجود بديل تقني لها مبيناً كيفية تكوين دالة هاملتون.**
6. **وضح أثر الملكية المشاعة على المراعي، مدعماً إجابتك بالرسم البياني.**

السؤال الثاني:

حقل نفط له دالة تكاليف $TC = 100R_t + R_t^2$ ومعكوس دالة الطلب عليه هي $P_t = 1000 - R_t$ ، علماً بأن المخزون الابتدائي في هذا الحقل هو 400 وسعر

الخصم $r = \% 5$ والزمن $t = 2$ ، أوجد مستويات الاستخراج المثلى والسعر الأمثل للمورد لمدتين زمنيتين. ثم احسب تكلفة النضوب لهذا الحقل لمدتين زمنيتين.

السؤال الثالث:

مصنع إسمنت له دالة منحنى طلب هو: $P = 25 - Q_d^2$ ، ومنحنى عرض هو: $P_s = 2Q_s + 1$ فإذا علمت أن $Q_d = Q_s$ فأجب عما يأتي مستعيناً بالرسم البياني:

أ) احسب سعر وكمية التوازن لهذا المصنع.

ب) احسب فائض المستهلك وفائض المنتج وفائض المجتمع.

ت) إذا كانت هناك وفورات خارجية لإنتاج الإسمنت نتيجة التلوث الناتج من مخلفات المصنع تجعل منحنى العرض الاجتماعي يصبح: $P_s = (Q+1)^2$ احسب سعر وكمية التوازن في هذه الحالة ثم أحسب فائض المجتمع.

ث) احسب الوزن الضائع من الرفاه الاجتماعي بسبب وجود هذه المتعديات، موضحاً مقترحاتك على واضعي السياسات ليتم تصحيح آثار هذه المتعديات على المجتمع.

السؤال الرابع:

أ) إذا كان متوسط استهلاك الفرد من الماء في السعودية لعام 2004م 650 لتر يومياً (650 لتر = 1 متر مكعب) فكم سيكون استهلاك مدينة الرياض من الماء عام 2004م بالمتر المكعب، إذا كان عدد السكان 4.5 مليون نسمة، وعام 2020م إذا كان معدل النمو السكاني للرياض 8٪، مبيناً بالرسم البياني العلاقة بين النمو السكاني وكمية المياه المستهلكة، موضحاً آثار النمو السكاني على استهلاك المياه؟

ب) إذا كان عدد سكان الأرض في عام 1700م حوالي 700 مليون نسمة، فأصبح عام 2000م 6 مليار نسمة، فما هو معدل نمو سكان الأرض في هذه المدة؟ وما هي سنوات المضاعف السنوي في هذه الحالة؟ وكم سيكون عدد سكان الأرض عام 2050م؟

بسم الله الرحمن الرحيم

كلية العلوم الإدارية	265 قصد	اقتصاديات الموارد
قسم الاقتصاد	إجابة اختبار فصلي نهائي	د. حمد بن محمد آل الشيخ

الاسم: (نموذج إجابة) الشعبة: ....

الرقم الجامعي: .... رقم التحضير: ....

ملحوظة: للتنظيم وحسن العرض تقدير خاص

السؤال الأول: أجب عن أربعة فقط مما يأتي:

1. تكلم عن أهم الطرق المستخدمة لقياس المتعديات البيئية اقتصادياً.

توضح الأدبيات الاقتصادية أن هناك العديد من الطرق التي يمكن استخدامها لقياس القيمة أو التكلفة للموارد البيئية. ويوضح الجدول الآتي أهم الطرق التي تم بحثها واستخدامها لإيجاد قيمة للموارد البيئية مع مزاياها وعيوبها.

بعض الطرق التطبيقية لحساب قيمة الموارد البيئية

الطريقة	المزايا	العيوب	أنموذج
Contingent Valuation تقييم الطوارئ تستخدم الاستبانات ليعبر الناس عن تقييمهم للمورد	- مجموعة عريضة من التطبيقات - يمكن استخدامها للموارد التي تستخدم مجاناً	- المنهج لا يستخدم التعبير التفضيلي للمستهلك. - ربما يكون متحيزاً بسبب إستراتيجية نقطة البداية، أو البعد. - مكلف في الإجراء.	- حادثة أكون فالديز في ألاسكا

الطريقة	المزايا	العيوب	أنموذج
Hotalling-Clowson Knetsch Method هوتلنج – كلاوس، تستخدم بيانات على الزيارات للموقع، المواصفات السكانية وغيرها لقياس دالة المشاركة قياسياً ومن ثم استخراج دالة الطلب.	- المنهج مؤسس نظرياً: يستخدم التعبير التفضيلي للمستهلك. - يوفر دوال طلب. - البيانات تتوافر غالباً. - اعتمادية قوية، إذا طبق بشكل صحيح.	- مجموعة قليلة من التطبيقات الممكنة. - مفيد لمعرفة القيمة للمورد فقط. - ربما تكون النتائج متحيزة إذا كان هناك تأثير للتزاحم، أو متغير لم ينظر إليه، مواقع بديلة، ذات أكثر من هدف، رحلات، مدة الرحلة.	- القيمة الاقتصادية للتنزه في المواقف العامة. - القيمة البيئية للمناطق الخالية. - القيمة البيئية للأنهار.
Hedonic Method طرقة هيدونك للملكية. تستخدم على مبيعات المساكن وأسعارها وخواصها لقياس دالة هيدونك. تستخدم بيانات عن البائع والمشترى أيضاً لقياس دالة طلب.	- الأسلوب الأكثر قوة من الناحية النظرية. - تعطي حدوداً قصوى ودنيا لمعدلات الخطأ في التقييم. - البيانات المطلوبة متوافرة غالباً. - مصداقية عالية في حالة التطبيق بطريقة صحيحة.	- محدودية التطبيق على دوال طلب المرحلة الثانية. - محدودية في التطبيق.	- هامش المجازفة على تعرض العمال لبيئة عمل غير صحية.
الأسواق التجريبية Experimental Markets تخضع الأفراد لتجارب يتم تبادل مالي فيها لموارد بيئية.	- منهج مؤسس نظرياً. - المرونة في التطبيق.	- خاضع للجدل الاقتصادي. - مكلف مالياً في تطبيقه. - محدودية التطبيق لاستخراج القيمة.	- تقييم رخص صيد الأسماك. - تقييم رخص الصيد في المحميات. - تقييم رخص التلويث بين المصانع.

2. "يختلف هدف المخطط الاجتماعي لاستغلال الموارد عن هدف المنتج الخاص في عدة جوانب" وضح بالرسم البياني والتحليل الرياضي هذه الجوانب؟

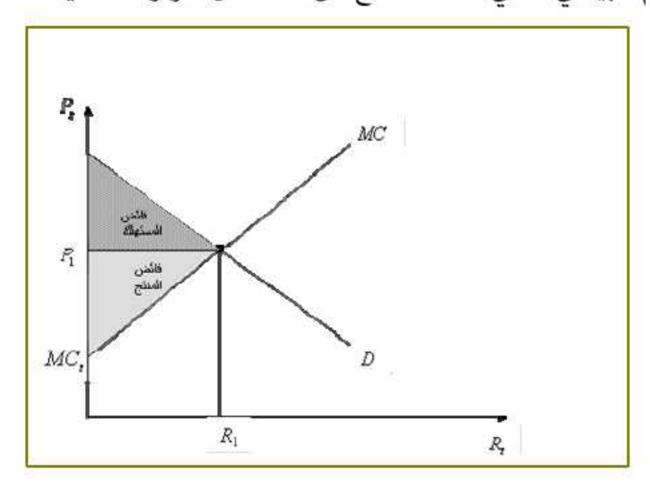
يختلف هدف المخطط الاجتماعي من لاستغلال المورد عن هدف المنتج الخاص؛ حيث إن هدف المنتج الخاص تعظيم ربحه على مدى زمني قصير أو متوسط بحسب عمره أو خططه الاستثمارية الحالية والمستقبلية، وهو ما يمكن تمثيله بتعظيم Maximization القيمة الحالية لمجموع فائض المنتج فقط أو المنطقة المحصورة بين خط السعر ومنحنى التكاليف حيث: $P_t = P(R_t)$

$$MC_t = MC(R_t)$$

وبالتالي وكما هو معروف من مبادئ الاقتصاد الجزئي فإن شرط التوازن في إنتاج الموارد العادية هو أن السعر يساوي التكلفة الحدية أي:

$$P_t = MC_t$$

ويوضح الرسم البياني الآتي هدف المنتج من استغلال الموارد العادية



بينما المجتمع (المخطط الاجتماعي) يهدف إلى تعظيم القيمة الحالية لمجموع فائض المنتج وفائض المستهلك الذي يطلق عليه (فائض المجتمع) ويمكن تمثيله بيانياً بالمنطقة المحصورة بين منحنى الطلب ومنحنى التكاليف الحدية أي منحنى العرض. وحيث إن كل الموارد تعود ملكيتها إلى المجتمع حتى وإن امتلك بعضها الأفراد

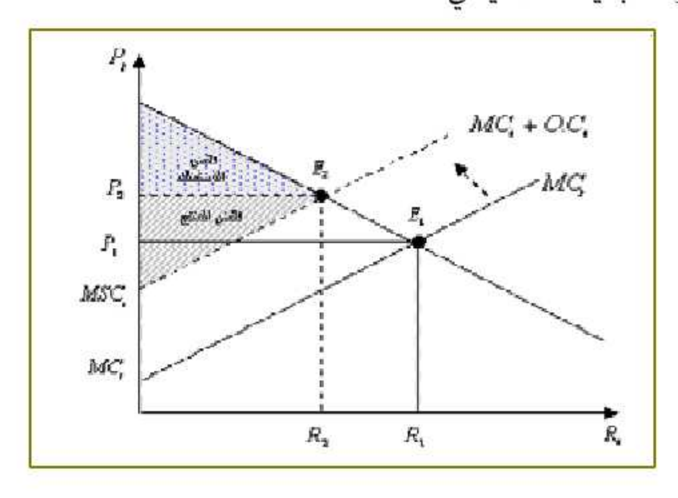
الذين يمثلون جزءاً من المجتمع، فإن الهدف الاجتماعي لاستغلال المورد هو الهدف الصحيح من وجهة نظر المجتمع أو المخطط الاجتماعي، أي: تعظيم فائض المجتمع (مجموع فائض المستهلك والمنتج)، وخصوصاً إذا كانت الموارد قابلة للنضوب Exhaustible Resources محدودة الكمية وغير قابلة لإعادة الإنتاج (أو الاستخدام) في أغلب الأحيان، وحتى إن كانت قابلة للتدوير فإن كمياتها تعد قليلة، إضافة إلى ارتفاع تكاليف استخدامها؛ وبالتالي فإن استهلاك وحدة واحدة من مخزون المورد الناضب يكون له تكلفة فرصة بديلة لأن المخزون سينخفض بحجم الإنتاج أو الاستخراج، وعليه فإن شرط التوازن للمورد القابل للنضوب في حالة المنافسة التامة Perfect Competition هو أن السعر يساوي التكاليف الحدية لاستخراج المورد مضافاً إليها تكلفة الفرصة البديلة (تكلفة نضوب المورد) أي:

$$P_t = MC_t + OC_t$$

وتصبح التكاليف الاجتماعية الحدية تساوي التكاليف الحدية الخاصة مضافاً إليها تكاليف الفرصة البديلة حيث:

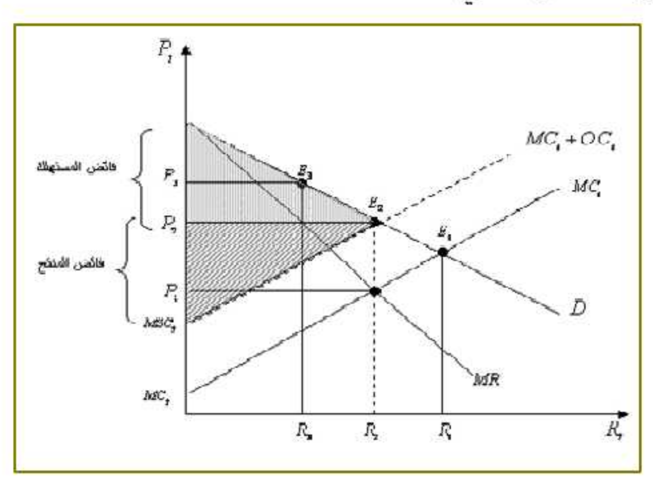
$$MSC_t = MC_t + OC_t$$

وبذلك يصبح الشكل البياني لمجموع فائض المنتج والمستهلك في حالة وجود تكاليف فرصة بديلة كما يأتي:



حيث نلاحظ في الشكل أن السعر التوازني في حالة أخذ تكلفة الفرصة البديلة $O.C$ في الاعتبار يصبح P_2 وهو أعلى من السعر دون أخذ الفرصة البديلة في الاعتبار P_1 ، أي: يتم تحديد الكميات المثلى للاستخراج والسعر التوازني عند نقطة التوازن E_1 كما أن الكمية التوازنية المنتجة في حالة وجود تكلفة الفرصة البديلة للنضوب هي R_2 وهي أقل من الكمية التوازنية R_1 في حالة عدم وجود تكلفة فرصة بديلة للنضوب، أي: يتم تحديد الكميات المثلى للاستخراج والسعر التوازني عند نقطة التوازن. كما نلاحظ أن حجم كل من فائض المستهلك وفائض المنتج قد انخفضا مع أخذ تكلفة للفرصة البديلة للمورد القابل للنضوب في الحسبان.

من الجدير بالذكر هنا أن المنتج لو كان محتكراً Monopoly ، كما هو الحال في المخطط الاجتماعي الذي يسيطر على الموارد الناضبة ويحاول تحديد مستوى الإنتاج الأفضل فيه، ويكون إنتاجه حسب قواعد إنتاج المحتكر؛ التي يمكن توضيحها من خلال الشكل التالي:



ونلاحظ من الشكل السابق أن المنتج المحتكر سيقوم بالإنتاج عند نقطة تساوي التكاليف الاجتماعية الحدية أي: التكاليف الحدية مضافاً إليها تكلفة الفرصة البديلة للنضوب مع الإيراد الحدي أي:

$$MR_t = MC_t + O.C_t$$

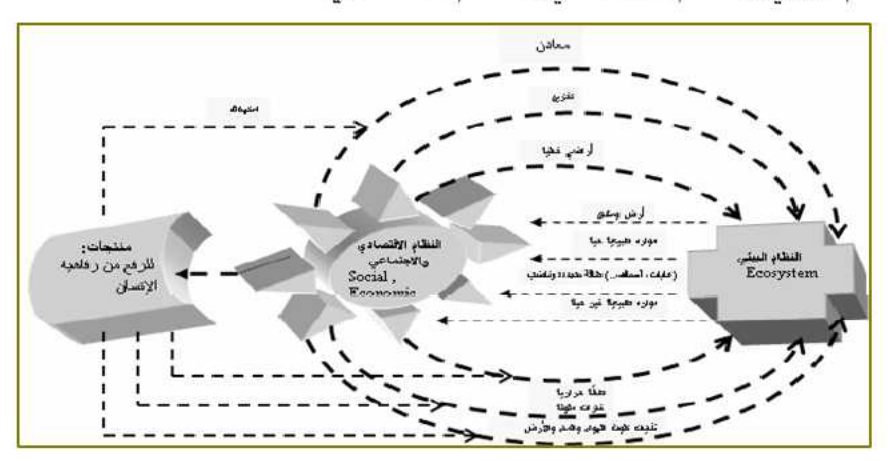
وسيكون الإنتاج عند هذه النقطة هو R_3 وهو مستوى إنتاجي أقل من R_1 و R_2 السابقتين وسيفرض المحتكر سعراً أعلى من P_1 و P_2 هو P_3. وبذلك يكون منتج المورد الناضب المحتكر الذي يتصرف كمحتكر ينتج كمية أقل ويفرض سعراً أعلى للمورد الناضب. كما نلاحظ أن فائض المستهلك ينخفض عما كان عليه في الحالتين E_1 و E_2 بينما فائض المنتج المحتكر يزيد على حساب فائض المستهلك.

3. عرف النظام البيئي (الطبيعي)، موضحاً التداخل والتفاعل بين النظام البيئي والنظام الاقتصادي والنظام الاجتماعي، ومبيناً الدور الذي تقوم به الغابات في هذه المنظومة؟

النظام البيئي Ecological نظام معقد ومتداخل ومتشابك يشمل جميع الأنظمة الموجودة على كوكب الأرض Ecosystems من أنظمة حية وأنظمة غير حية، يعتبر النظام البيئي هو المصدر الرئيس الداعم للحياة على كوكب الأرض وتهدف النظم البيئية المختلفة إلى تقديم مجموعة من الخدمات والقيام بمجموعة من الوظائف منها:

1- توفير الغذاء اللازم لأشكال الحياة المختلفة.
2- توفير قاعدة من الموارد الطبيعية المتجددة والناضبة.
3- توفير الغازات اللازمة للحياة على كوكب الأرض، فالكائنات الحية تحتاج إلى حوالي 26 عنصراً كيميائياً لنموها منها (الكربون، الهيدروجين، الأكسجين، وغيرها ...) حيث تنتقل هذه العناصر بين المواد الحية والمواد غير الحية في نظام طبيعي معقد.
4- توفير مجموعة من السلع الطبيعية كالمسطحات الخضراء والبحيرات والأنهار والجبال وغيرها مما يتمتع الإنسان بالنظر إليه أو استهلاكه مباشرة.
5- أنه يقدم النظام الطبيعي للإنسان لاستيعاب المخلفات التي ينتجها والتخلص منها.
6- أنه يقدم النظام الطبيعي كنظام لدعم وتطوير حياة الإنسان بشكل عام.

والنظام البيئي هو نظام معقد ومتشابك مع أنظمة كثيرة مرتبطة بالإنسان أهمها النظام الاقتصادي والنظام الاجتماعي ويوضح الرسم البياني التالي التداخل بين النظام البيئي والنظام الاجتماعي والنظام الاقتصادي:



حيث يوضح الشكل البياني التفاعل التداخلي للنظام الاقتصادي والاجتماعي مع النظام البيئي؛ حيث يوضح المربع الأول من اليمين النظام البيئي الذي يوفر مختلف أنواع الموارد للإنسان ليستغلها في أطار نظامه الاقتصادي والاجتماعي لزيادة رفاهيته ومستوى معيشته. غير أنه يقوم من خلال استغلاله لهذه الموارد ونشاطه الإنتاجي داخل نظامه الاجتماعي والاقتصادي بالمربع الأوسط بإنتاج ملوثات مصاحبة ومخلفات لا يمكن إعادة استخدامها (تدويرها)، مما يشكل ضغطاً على النظام البيئي. كما أن أنماط الاستهلاك والإنتاج التي يقوم بها الإنسان في أطار نظامه الاقتصادي والاجتماعي تتأثر كثيراً بوعي وثقافة وقيم المجتمع السائدة، وهو يوضح تداخل النظام البيئي مع النظام الاقتصادي والاجتماعي وثقافة وقيم المجتمع بشكل عام. وهو ما جعل العالم يتحول نحو التركيز على فكرة توفير الرفاهية الاقتصادية والرفع من المستوى المعيشي لأفراد المجتمع مع الحفاظ على النظام البيئي وصيانته كنظام داعم للحياة للجيل الحالي والأجيال المستقبلية أو ما سمي بالتنمية المستدامة Sustainable Development.

وتعتبر أهمية الغابات البيئية والاقتصادية والإحيائية مثلاً حياً على التفاعل بين النظام البيئي والنظام الاجتماعي والنظام الاقتصادي حيث تعتبر الغابات من أهم النظم البيئية التي تلعب دوراً رئيساً في بناء المادة الحية على مستوى الأرض، ويتمثل هذا الدور في تكوين المادة العضوية وتثبيت الكربون وإطلاق الأكسجين من خلال عملية البناء الضوئي، وتوفير الغذاء للإنسان إضافة إلى توفير المنتجات العديدة التي يستغلها الإنسان في نشاطه الاجتماعي والاقتصادي.

4. ما هي أمثلية بريتو في توزيع الموارد المتاحة، موضحاً بالرسم البياني شرط بريتو للكفاءة؟

تعتبر أمثلية بريتو Pareto Optimality أو كفاءة بريتو في توزيع الموارد المتاحة من المفاهيم الأساسية في تحليل الرفاهية الاقتصادية، وتعبر أمثلية بريتو عن حالة أو وضع لتوزيع الموارد المتاحة في المجتمع بحيث لا يمكن أن تحسن من رفاهية أي فرد في المجتمع بإعادة توزيع هذه الموارد بين الأفراد دون أن تضر برفاهية فرد آخر أو تؤثر فيها، ويطلق أحياناً على أمثلية أو كفاءة بريتو كفاءة التوزيع للموارد المتاحة للمجتمع في الاقتصاد.

شرط بريتو أو كفاءة بريتو Pareto Efficient Allocation يقول: إنه عند التخصيص الأمثل للموارد في المجتمع يستحيل إعادة تخصيصها أو استخدامها بطريقة أخرى دون أن يؤدي ذلك (إعادة التوزيع) إلى أن يستفيد بعض الناس على حساب أناس آخرين.

وبشكل محدد فإن أفضلية بريتو (شرط بريتو) Pareto Optimality Condition هي حالة من تخصيص أو توزيع الموارد تتوافق مع الشروط الآتية:

1) كفاءة الإنتاج حيث تنتج السلع والخدمات بأقل تكلفة ممكنة وبأقل كمية ممكنة من الموارد الإنتاجية.

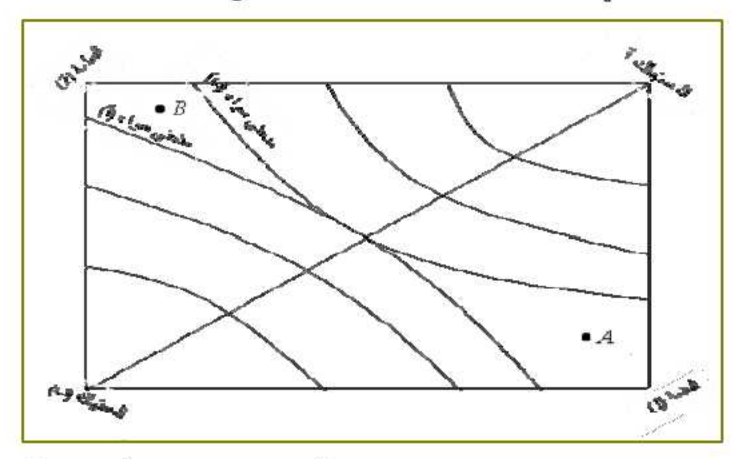
2) كفاءة التخصيص حيث يكون حجم الإنتاج من كل سلعة منتجة أمثل، وتتحقق كفاءة التخصيص في الأجل القصير عندما يساوي سعر السلعة

تكاليفها الحدية، بينما تتحقق في الأجل الطويل عندما يساوي سعر السلع تكاليفها الحدية وتكاليفها الكلية المتوسطة.

3) لا توجد طريقة لتحسين أحد الأفراد دون أن يؤدي ذلك لتدهور وضع شخص آخر.

4) كل المكاسب من التجارة استنفدت، أو لا توجد فرصة للربح من إعادة تخصيص الموارد نفسها.

ويوضح الشكل الآتي كفاءة أو أمثلية بريتو في التوزيع:



ولكي تتحقق كفاءة بريتو فإن هناك شروطاً ضرورية وشرطاً كافياً، والشروط الضرورية هي:

أ) التخصيص الأمثل للموارد بين استخداماتها المتنافس عليها، ويحدث ذلك عندما يتساوى معدل الإحلال الحدي الفني $MRST_{LK}$ لكل عنصرين من عناصر الإنتاج (العمل، ورأس المال) في كل الصناعات التي تستخدمها، حيث:

معدل الإحلال الحدي الفني $MRST_{LK}$ للعمل ورأس المال في السلعة (A) = معدل الإحلال الحدي الفني $MRST_{LK}$ للعمل ورأس المال في الصناعة (B) = $\frac{\text{سعر العمل}}{\text{سعر رأس المال}}$.

ب) الحجم الأمثل للمنتجات، ويتحقق ذلك عندما يتساوى معدل تحويل الإنتاج لأي سلعتين في كل المنشآت التي تنتجهما والذي يساوي النسبة بين سعري السلعتين أيضاً، حيث معدل تحويل الإنتاج للسلعة (2) والسلعة (1) في المنشأة A مثلاً يساوي معدل تحويل الإنتاج للسلعة (2) والسلعة (1) في المنشأة B مثلاً = $\frac{\text{سعر السلعة (1)}}{\text{سعر السلعة (2)}}$.

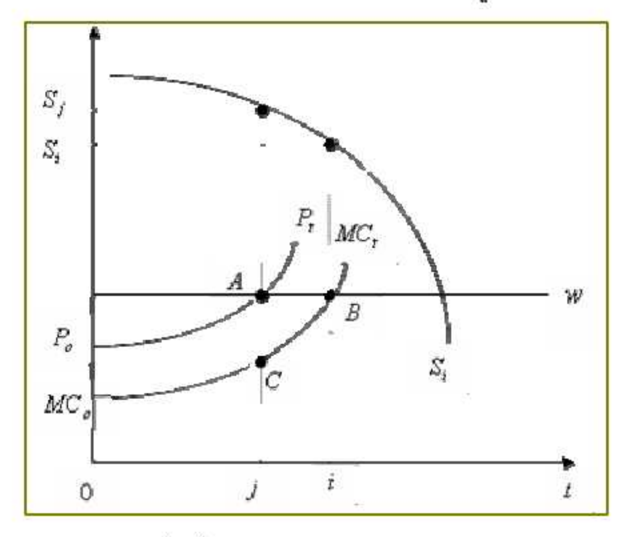
ت) كفاءة الاستهلاك، ويحدث ذلك عندما يتساوى معدل الإحلال الحدي لكل سلعتين $MRS_{1,2}$ بالنسبة لكل المستهلكين لهما كما يساوي أيضاً النسبة بين سعريهما حيث معدل الإحلال الحدي للسلعة (2) والسلعة (1) للمستهلك (أ) = معدل الإحلال الحدي للسلعة (2) والسلعة (1) للمستهلك (ب) = $\frac{\text{سعر السلعة (1)}}{\text{سعر السلعة (2)}}$.

أما الشرط الكافي لتحقيق كفاءة بريتو فهو تزايد تكاليف الفرصة البديلة أي إن منحنى إمكانات الإنتاج يتحدب بعيداً عن نقطة الأصل.

5. وضح بالرسم البياني والتحليل الرياضي ديناميكية استغلال الموارد القابلة للنضوب في حالة وجود بديل تقني لها مبيناً كيفية تكوين دالة هاملتون؟

في هذه الحالة نفترض أن التكاليف الحدية لاستخراج المورد تتزايد كلما انخفض مستوى المخزون المتبقي $MC_t = C(S_t)$، ولكن هناك احتمال وجود بديل تقني مكتشف يمكن تسميته "تقنية بديلة Backstop Technology" لهذا المورد. تكاليف إنتاج هذا البديل (المورد التقني) ثابتة تساوي $MC_t = w$. ولكن w الآن أكبر من C. وبعبارة أخرى: إن التكاليف الحدية لإنتاج المورد التقني البديل (التقنية البديلة) أعلى من تكاليف إنتاج هذه التقنية البديلة لاستخراج المورد الطبيعي. وكمثال لذلك، فلنفترض أن التكاليف الحدية لاستخراج المياه في التكوينات المائية العميقة (الآبار الجوفية) تتزايد كلما انخفض مخزون المياه في هذه التكوينات وأن البديل

التقني لمورد المياه من هذه التكوينات، هو تقنية تحلية مياه البحر التي تتوافر بكميات غير محدودة عند تكلفة إنتاجية ثابتة. ولكن هناك عدداً من التساؤلات في هذا الإطار. منها: ما هو التوزيع الديناميكي (التوزيع عبر الزمن) المثالي لاستخراج المورد الطبيعي القابل للنضوب؟ ومتى يبدأ إنتاج البديل التقني (تحلية المياه المالحة مثلاً) في هذه الحالة؟ وهل يمكن إنتاج المورد من المصدر الطبيعي ومن التقنية البديلة في آن واحد؟ وهل يعتبر هذا مثالياً اقتصادياً؟ ومتى يتوقف إنتاج المورد الطبيعي؟ وماذا لو كان المورد الطبيعي يتم إنتاجه من تكوينات مختلفة لها تكاليف حدية للاستخراج مختلفة المستوى؟ وهل لتكلفة نقل المورد المنتج بالتقنية البديلة (تقنية تحلية المياه) أثر على أي مدينة يتم إمدادها بالمياه من المورد الطبيعي أو من المورد البديل تقنياً؟ ويوضح الرسم البياني الآتي ديناميكية استغلال المورد الناضب مع وجود بديل تقني:



يوضح الرسم البياني أعلاه أن التكاليف الحدية $MC_t = C(S_t)$ لاستخراج المورد التي هي دالة عكسية في حجم المخزون S_t تتزايد كلما انخفض مخزون المورد؛ كما أن سعر المورد P_T يتزايد كلما تقدمنا في المدى الزمني. كما أن الخط الأفقي w يمثل التكاليف الإنتاجية الثابتة لإنتاج المورد من التقنية البديلة (تحلية المياه المالحة بالنسبة للمياه الجوفية). ويوضح الرسم أن الإنتاج سيعتمد من بداية

المدى الزمني التخطيطي وحتى المدة j على المورد القابل للنضوب، حيث السعر أعلى من التكاليف الحدية لاستخراج المورد الطبيعي، كما أن التكاليف الحدية لاستخراج المورد الطبيعي MC_t أقل من التكاليف الحدية لإنتاج المورد البديل w خلال ذلك المدى الزمني. وعلى وجه التحديد، عند المدة j فالسعر يساوي A ، بينما التكلفة الحدية لاستخراج المورد الطبيعي تساوي C ، والفرق بينهما هو المسافة بين A و C وتساوي تكلفة الفرصة البديلة لنضوب المورد الطبيعي.

نلاحظ أيضاً أننا كلما تقدمنا في المدى الزمني بعد المدة j فإن السعر لن يتزايد بالدرجة نفسها. لأن السعر إذا زاد عن A فإن السعر سيصبح مساوياً لـ w عند النقطة B ومن ثم سيتوقف إنتاج المورد الطبيعي ويبدأ إنتاج المورد من البديل التقني وسيكون السعر أعلى من w بنسبة ثابتة.

مما سبق يتضح أن إنتاج المورد الطبيعي سيستمر في المدى الزمني من المدة الابتدائية إلى المدة i ، نلاحظ هنا أن ربح المنتج يبدأ بالانخفاض بين المدتين i و j وهو ما يساوي تكلفة الفرصة البديلة للنضوب حتى يصل إلى صفر عند المدة i أو النقطة B حيث تساوي التكاليف الحدية لاستخراج المورد الطبيعي سعر المورد وتساوي كذلك التكلفة الحدية لإنتاج المورد من البديل التقني w .

لتبسيط الحالة السابقة ولنتمكن من تمثيلها رياضياً، نفترض أن لدينا معكوس دالة الطلب على المورد الخطية الآتية:

$$P_T = A - B(R_t + \beta R_t)$$

حيث ترمز R_t إلى المورد المستخرج في المدة t .

بينما ترمز BR_t إلى المورد المنتج بالتقنية البديلة ($\beta \equiv$ Back stop Technology) في المدة t.

علماً بأن إنتاج BR_t له تكلفة حدية ثابتة تساوي w . وبالتالي تصبح دالة الهدف كما يأتي:

$$\underset{R_t, BR_t}{Max} \sum_{t=1}^{T} \int_0^{R_t} \int_0^{\beta R_t} \frac{\{(R_t + \beta R_t) - C(S_T) - w(\beta R_t)\}}{(1+r)^{t-1}}$$

تحت القيود:

$$S_O \geq \sum_{t=1}^{T} R_t$$

$$R_t \geq 0$$

$$BR_t \geq 0$$

نستطيع من مسألة التعظيم السابقة تكوين دالة هاملتون Hamiltonian Function التي يمكن تمثيلها في صيغتها المختصرة كما يأتي:

$$H(R, BR, S, \lambda, t) = J(R, BR, S, t) + \lambda . g(R, BR, S, t)$$

وشروط تعظيمها الضرورية والكافية كالآتي:

$$\frac{\partial H}{\partial R} = 0$$

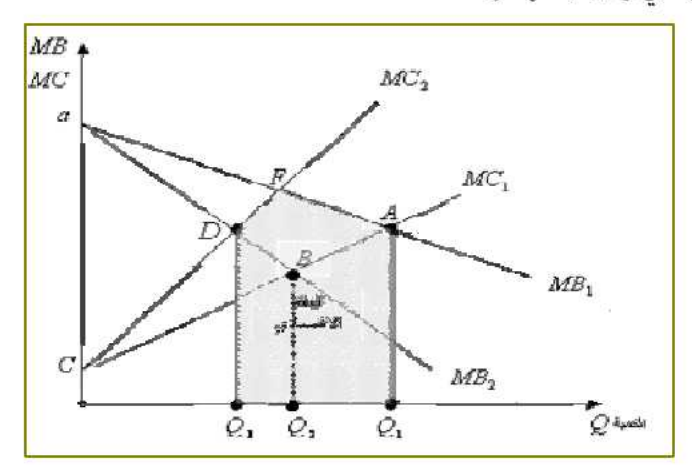
$$\frac{\partial H}{\partial S} = \lambda \equiv -\left(\frac{\partial H}{\partial S}\right)$$

$$\frac{\partial H}{\partial \lambda} = \dot{X}$$

6. وضح أثر الملكية المشاعة على المراعي، مدعماً إجابتك بالرسم البياني.

تتميز كثير من الموارد المتجددة بأنها موارد مفتوحة Open Access؛ أي إنها موارد ذات ملكية مشاعة Common Property، حيث توجد حرية كاملة لدى جميع الراغبين باستخدام المورد في استغلال عند أي كمية يستطيعون الحصول عليها، وهذا يؤدي إلى وفورات (متعديات) سالبة لجميع المهتمين باستغلال المورد. ومثل هذا النوع من الملكية للمورد يحتاج إلى إدارة من قبل الحكومة، وإلا فسوف يؤدي إلى تدهور المورد وربما إلى انقراضه، بل إن عدم إدارته بشكل صحيح يؤدي إلى ما يسمى في أدبيات اقتصاديات الموارد مأساة المورد المشاع Common Property

Tragedy؛ ويوضح الرسم البياني الآتي الفاقد أو الهدر الاقتصادي لوجود ملكية مشاعة للمراعي وغياب الإدارة:



ويوضح الشكل السابق أثر الملكية المشاعة Common Property على المراعي مع غياب نظام إدارة كفؤ لها، ويوضح الرسم أن منحنى المنافع الحدية MB_2 هو المنحنى الحقيقي لاستغلال المراعي، بينما منحنى MB_1 هو المنحنى في حالة وجود إعانة غير مباشرة لاستغلال هذه المورد (كملكية مشاعة) ودون إدارة للمراعي؛ بينما التكاليف الحقيقية لاستغلال المورد هي MC_2؛ بينما MC_1 هي التكاليف السوقية لاستغلال المراعي في حالة الملكية المشاعة ودون إدارة للمراعي والفرق بينهما هو تكاليف الوفورات (الخارجيات أو المتعديات) نتيجة استغلال المورد لنظام مفتوح Open Acess.

نلاحظ أنه في حال غياب إدارة واعية من قبل السلطات المسؤولة عن المراعي فإن نقطة التوازن ستكون عن النقطة A حيث تكون الكمية المستغلة من المورد Q_1، بينما لو تم اعتبار المنافع الحقيقية MB_2 بدلاً من MB_1 لأصبح التوازن عند النقطة B، وبذلك تنخفض الكمية المستغلة من المورد Q_1 إلى Q_2؛ بينما إذا تم اعتبار التكاليف الاجتماعية MC_2 بالإضافة إلى المنافع الاجتماعية لاستغلال المراعي MB_2، فإن التوازن سيكون عند النقطة هو D، وبذلك ينخفض مستوى استغلال المورد Q_1 إلى Q_3.

ونلاحظ أن تأثير غياب تعريف متكامل للملكية المورد (أي وجود ملكية مشاعة) وغياب الإدارة الكفؤة للمراعي يؤدي إلى زيادة استغلال المورد بطريقة جائرة بكمية من Q_1 إلى Q_3 مما يؤدي إلى تدهور واندثار المورد على المدى الطويل.

كما أن حجم الخسارة أو الفاقد الاقتصادي من الاستغلال الجائر للمورد سيكون مساحة $A\ F\ Q_1\ Q_3\ D$.

السؤال الثاني:

حقل نفط له دالة تكاليف $TC = 100R_t + R_t^2$ ومعكوس دالة الطلب عليه هي $P_t = 1000 - R_t$، علماً بأن المخزون الابتدائي في هذا الحقل هو 400 وسعر الخصم $r = 5\%$ والزمن $t = 2$، أوجد مستويات الاستخراج المثلى والسعر الأمثل للمورد لمدتين زمنيتين. ثم احسب تكلفة النضوب لهذا الحقل.

تكوين مسألة التعظيم أو نموذج التحكم الأمثل:

حيث:

$$\because TC = 100R_t + R_t^2$$

$$\because TR = \int_0^t (1000 - R_t)dR = 1000R_t - \tfrac{1}{2}R_t^2$$

وبالتالي تكون دالة الهدف:

$$\because Max\sum_{t=1}^{t}\frac{1000R_t - \frac{1}{2}R_t^2 - 100R_t - R_t^2}{(1+0.05)^{t-1}}$$

$$\therefore Max\sum_{t=1}^{t}\frac{900R_t - \frac{3}{2}R_t^2}{(1+0.05)^{t-1}}$$

تحت قيود:

$$R_1 + R_2 \le 400$$

$$R_1, R_2 \geq 0$$

تكوين دالة لاجرانج:

$$\because L(R_t, \lambda) = \sum_{t=1}^{t} \frac{900R_t - \frac{3}{2}R_t^2}{(1+0.05)^{t-1}} + \lambda\left(400 - \sum_{t=1}^{t} R_t\right)$$

$$L(R_1, R_2, \lambda) = 900R_1 - \frac{3}{2}R_1^2 + \frac{900R_2 - \frac{3}{2}R_2^2}{(1.05)} + \lambda(400 - R_1 - R_2)$$

إيجاد الشروط الضرورية والكافية لدالة لاجرانج لتعظيم عائد الإنتاج(تعظيم دالة الهدف):

$$\frac{\partial L}{\partial R_1} = 900 - 3R_1 - \lambda = 0 \qquad (1)$$

$$\frac{\partial L}{\partial R_2} = \frac{900 - 3R_2}{1.05} - \lambda = 0 \qquad (2)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = 400 - R_1 - R_2 = 0 \qquad (3)$$

إيجاد مستويات الإنتاج المثلى R_2, R_1 حيث:

$$900 - 3R_1 = \lambda \qquad (1)$$

$$\frac{900 - 3R_2}{1.05} = \lambda \qquad (2)$$

وبما أن كلتا المعادلتين السابقتين تساوي λ ، فإن الطرفين على اليسار متساويان، أي إن:

$$\because 900 - 3R_1 = \frac{900 - 3R_2}{1.05}$$

$$\therefore R_1 = \frac{45 + 3R_2}{3.15}$$

$$\therefore R_1 = 14.28 + 0.952R_2 \qquad (4)$$

وبالتعويض عن قيمة R_1 في المعادلة رقم (3) حيث:

$$\because 400 - R_1 - R_2 = 0 \qquad (3)$$

$$400 - 14.28 - 0.952R_2 - R_2 = 0$$

$$\therefore 1.952R_2 = 385.75$$

وعليه فإن الكمية المستخرجة في المدة الثانية هي:

$$\boxed{\therefore R_2 = 197.6}$$

وبالتعويض عن R_2 في المعادلة (4) نحصل على قيمة R_1 حيث:

$$\therefore R_1 = 14.28 + 0.952(197.6) \qquad (4)$$

فإن الكمية المثلى للاستخراج في المدة الأولى هي

$$\boxed{\therefore R_1 = 202.34}$$

المخزون المتبقي من النفط = المخزون الابتدائي في الحقل – الكميات المستخرجة في المدتين

$$\because S_t = S_0 - (R_1 + R_2)$$

$$S_2 = 400 - 202.34 - 197.6$$

$$\boxed{\therefore S_2 \approx 0}$$

إيجاد مستويات الإنتاج المثلى P_2, P_1 بالتعويض عن قيمة R_1 ، R_2 في دالة السعر حيث:

$$P_1 = 1000 - 202.34$$

$$\boxed{\therefore P_1 = 797.66}$$

$$P_2 = 1000 - 197.6$$

$$\boxed{\therefore P_2 = 802.4}$$

إيجاد تكلفة النضوب للحقل:

المقصود بتكلفة النضوب هي قيمة الفرصة البديلة لنضوب المورد (الحقل) بعبارة أخرى القيمة الإضافية لدالة الهدف فيما لو زاد حجم المخزون من الحقل بوحدة واحدة أو حجم الخسائر أو التكاليف للوحدة الواحدة من الحقل على المجتمع من نضوب المورد، ويمكن الحصول عليه بالتعويض عن قيم R_1 وR_2 في إحدى معادلات الشرط الضروري (1) و(2) حيث:

$$\because 900 - 3R_1 = \lambda \qquad (1)$$

$$\because \lambda_1 = 900 - 3(202.34)$$

تكاليف النضوب للمدة الزمنية الأولى:

$$\because \lambda_1 = 292.98$$

تكاليف النضوب للمدة الزمنية الثانية:

$$\lambda_2 = \frac{292.98}{1.05} = 279.03$$

السؤال الثالث:

مصنع إسمنت له دالة منحنى طلب هو: $P = 25 - Q_d^2$، ومنحنى عرض هو: $Pd = 2Q_s + 1$ فإذا علمت أن $Q_d = Q_s$ فأجب عما يأتي:

1. **احسب سعر وكمية التوازن لهذا المصنع.**

$$\because Q_d = Q_s$$

$$2Q+1=25-Q^2$$

$$Q^2+2Q-24=0$$

$$(Q+6)(Q-4)=0$$

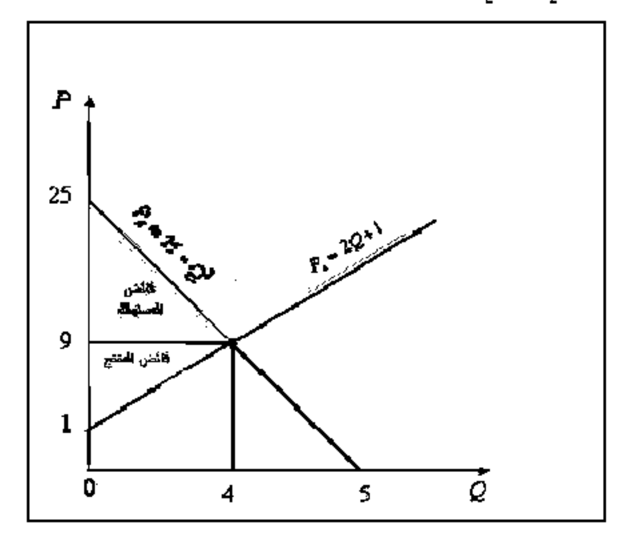
وعليه فإن كمية التوازن:

$$\boxed{\therefore \overline{Q}=4}$$

وبالتعويض في أي من دالة العرض أو الطلب نحصل على سعر التوازن:

$$\boxed{\therefore \overline{P}=9}$$

ويوضح الرسم البياني الآتي دوال الطلب والعرض وسعر وكمية التوازن:



2. **احسب فائض المستهلك وفائض المنتج وفائض المجتمع.**

لحساب فائض المنتج وفائض المستهلك نستخدم طريقة التكامل Integration Method لأن طريقة المثلث لا تصلح حيث طول القاعدة لا يساوي طول الارتفاع (المثلث غير متساوي الساقين) وهناك أكثر من أسلوب لتطبيق طريقة التكامل.

فائض المستهلك Consumer Surplus هو المساحة الواقعة أسفل منحنى الطلب أي: المنطقة المحصورة بين منحنى الطلب وسعر التوازن.

$$\because CS = TR - \left(\overline{P}\overline{Q}\right)$$

$$\because CS = \int_0^{\overline{Q}} \left(P_d\right) dQ - \left(\overline{P}\overline{Q}\right)$$

$$\therefore CS = \int_0^4 \left(25 - Q^2\right) dQ - \left(\overline{P}\overline{Q}\right) = \left[25Q - \tfrac{1}{3}Q^3\right]_0^4 - (4\times 9)$$

$$CS = 78.67 - 36$$

وهذا يعني أن فائض المستهلك يساوي:

$$\boxed{\therefore CS = 42.67}$$

فائض المنتج Producer Surplus هو المساحة الواقعة أعل منحنى العرض، أي المنطقة المحصورة بين منحنى الطلب وسعر التوازن، يمكن إيجاد فائض المنتج بالطريقة نفسها مع ملاحظة تكامل دالة العرض بدلاً من دالة الطلب أو بحساب فائض المجتمع ثم طرح فائض المستهلك منه، حيث:

$$\because PS = \left(\overline{P}\overline{Q}\right) - TC$$

$$\because PS = \left(\overline{P}\overline{Q}\right) - \int_0^{\overline{Q}} \left(P_s\right) dQ$$

$$\because PS = \left(\overline{P}\overline{Q}\right) - \int_0^4 (2Q+1) dQ = 36 - \left[Q^2 + Q\right]_0^4$$

$$PS = 36 - 20$$

وهذا يعني أن فائض المنتج يساوي:

$$\boxed{\therefore PS = 16}$$

فائض المجتمع Population Surplus هو مجموع فائض المنتج وفائض المستهلك وهو المساحة المحصورة بين منحنى العرض ومنحنى الطلب، ويمكن حساب فائض المجتمع بجمع فائض المنتج مع فائض المستهلك حيث:

$$\therefore PCS = 42.67 + 16$$

وهذا يعني أن فائض المجتمع يساوي:

$$\boxed{\therefore PCS = 58.67}$$

أو: باستخدام طريقة التكامل ويوجد أكثر من أسلوب لها نذكر منها تكامل دالة التوازن مباشرة:

$$\because PCS = \int_0^4 \left(Q^2 + 2Q - 24\right) dQ$$

$$\because PCS = \left[\tfrac{1}{3}Q^3 + Q^2 - 24Q\right]_0^4$$

$$\because PCS = 0 - \left(21.3333 + 16 - 96\right)$$

وهذا يعني أن فائض المجتمع يساوي:

$$\boxed{\therefore PCS = 58.67}$$

3. **إذا كانت هناك وفورات خارجية لإنتاج الإسمنت نتيجة التلوث الناتج من مخلفات المصنع تجعل منحنى العرض الاجتماعي يصبح:** $P_s = (Q+1)^2$ **احسب سعر وكمية التوازن في هذه الحالة.**

$$\because Q_d = Q_s$$

$$(Q+1)^2 = 25 - Q^2$$

$$Q^2 + 2Q + 1 = 25 - Q^2$$

$$2Q^2 + 2Q - 24 = 0$$

$$2\left(Q^2+Q-12\right)=0$$
$$2\left(\left(Q+4\right)\left(Q-3\right)\right)=0$$

وعليه فإن كمية التوازن:

$$\boxed{\therefore \overline{Q}=3}$$

وبالتعويض في أي من دالة العرض أو الطلب نحصل على سعر التوازن:

$$\boxed{\therefore \overline{P}=16}$$

4. احسب الوزن الضائع من الرفاه الاجتماعي بسبب وجود هذه المتعديات موضحاً مقترحاتك على واضعي السياسات ليتم تصحيح آثار هذه المتعديات على المجتمع.

لحساب حجم الخسارة في الرفاهية الاقتصادية بسبب تغير دالة العرض نقوم بإيجاد فائض المجتمع بعد وجود هذه المتعديات، حيث:

$$\because PCS=\int_0^3\left(2Q^2+2Q-24\right)dQ$$
$$\because PCS=\left[\tfrac{2}{3}Q^3+\tfrac{1}{3}Q^3-24Q\right]_0^3$$
$$\because PCS=0-\left(18+9-72\right)$$

وهذا يعني أن فائض المجتمع يساوي:

$$\boxed{\therefore PCS=45}$$

حجم الخسارة في الرفاهية الاجتماعية = فائض المجتمع في حالة عدم وجود متعديات – فائض المجتمع في حالة وجود متعديات

$45 - 58.67 =$

$13.67 =$

المقترحات على واضعي السياسات ليتم تصحيح آثار هذه المتعديات على المجتمع:

- فرض ضريبة على مصنع الإسمنت تساوي حجم المتعديات التي يتحملها المجتمع.

السؤال الرابع:

1. **إذا كان متوسط استهلاك الفرد من الماء في السعودية لعام 2004م 650 لتر يومياً (650 لتر = 1 متر مكعب) فكم سيكون استهلاك مدينة الرياض من الماء عام 2004م بالمتر المكعب، إذا كان عدد السكان 4.5 مليون نسمة، وعام 2020م إذا كان معدل النمو السكاني للرياض 8٪، مبيناً بالرسم البياني العلاقة بين النمو السكاني وكمية المياه المستهلكة، موضحاً آثار النمو السكاني على استهلاك المياه؟**

استهلاك مدينة الرياض من المياه P_{2004} عام 2004:

$$\because P_t = P_{t-1}e^{r \cdot n}$$

$$\because P_{2004} = 4.5e^{(.08\times0)} = 4.5$$

وبذلك يكون الاستهلاك اليومي هو 4.5 متر مكعب يومياً.

الاستهلاك السنوي = $4.5\times365 = 1642.5$ متر مكعب سنوياً.

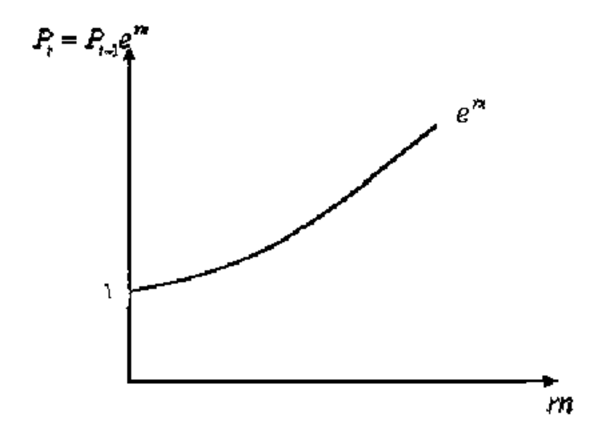
استهلاك مدينة الرياض من المياه P_{2020} عام 2020:

$$\because P_{2020} = 4.5e^{(.08\times16)} = 16.185$$

وبذلك يكون الاستهلاك اليومي هو 16.185 متر مكعب يومياً.

الاستهلاك السنوي = $16.185\times365 = 5907.5$ متر مكعب سنوياً.

ويمكن توضيح ذلك بالرسم البياني:



يتضح من الرسم البياني العلاقة الطردية بين عدد السكان والكمية المستهلكة من المياه؛ فكلما زاد عدد السكان زادت الكمية المستهلكة من المياه عبر الزمن.

ويتضح أنه كلما زاد عدد السكان مع ثبات الموارد المائية قلّ نصيب الفرد من كمية المياه عبر الزمن مما يؤثر على مستوى رفاهية الفرد العادي حيث نجد أن:

$$\text{متوسط نصيب الفرد من المياه} = \frac{\text{كمية الموارد المائية المقدرة}}{\text{عدد السكان}}$$

ومن ثم فإن لم يكن معدل نمو الموارد المائية عبر الزمن متساوياً مع معدل نمو السكان عبر الزمن فسيؤثر هذا على نصيب الفرد من المياه مما يؤثر في رفاهيته.

2. إذا كان عدد سكان الأرض في عام 1700م حوالي 700 مليون نسمة، فأصبح عام 2000م 6 مليار نسمة، فما هو معدل نمو سكان الأرض في هذه المدة؟ وما هي سنوات المضاعف السنوي في هذه الحالة، وكم سيكون عدد سكان الأرض عام 2050م؟

معدل نمو سكان الأرض من 1700 إلى 2000:

$$\because P_t = P_{t-1} e^{r \cdot n}$$

$$60 = 7e^{300r}$$

$$60 = 7 \ln 300r$$

بضرب الطرفين في $\ln$ ومن خصائص الدوال الأسية نحصل على:

$$\ln 60 = \ln 7 + 300r$$

$$300r = \ln 60 - \ln 7$$

$$\therefore r = \frac{\ln 60 - \ln 7}{300}$$

$$\therefore r = \frac{2.14844}{300}$$

وعليه يكون معدل النمو خلال المدة من 1700م إلى 2000م:

$$\boxed{\therefore r = 0.00716}$$

المضاعف الزمني للسكان:

$$dt = \frac{0.7}{0.00716}$$

وهذا يعني أن عدد السنوات التي تضاعف فيها السكان:

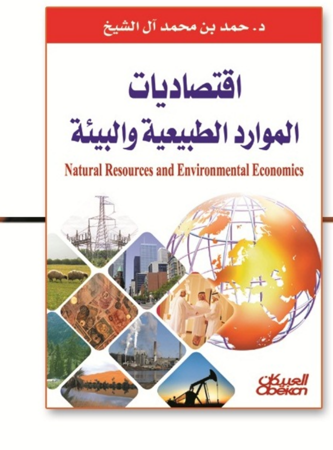
$$\boxed{\therefore dt \approx 98}$$

عدد سكان الأرض عام 2050م:

$$\because P_{2050} = 7e^{(0.00716 \times 350)}$$

وبالتالي فإن عدد سكان الأرض عام 2050م سيصبح 85.8 مليار نسمة حيث:

$$\boxed{\therefore P_{2050} = 85.8}$$




9789960543451